



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E**  
**TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO**

**FLÁVIA THAMIREZ DA SILVA SANTOS**

**ESTUDO DA MORFODINÂMICA DA ZONA COSTEIRA DO MUNICÍPIO  
SÃO JOSÉ DA COROA GRANDE/PERNAMBUCO - BRASIL, POR MEIO DE  
UM LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO GNSS, PARA  
SUBSIDIAR UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL**

Recife

2024

**FLÁVIA THAMIRES DA SILVA SANTOS**

**ESTUDO DA MORFODINÂMICA DA ZONA COSTEIRA DO MUNICÍPIO  
SÃO JOSÉ DA COROA GRANDE/PERNAMBUCO - BRASIL, POR MEIO DE  
UM LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO GNSS, PARA  
SUBSIDIAR UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação.

Área de concentração: Ciências Geodésicas, Tecnologias da Geoinformação e Geologia Sedimentar.

Orientadora: Prof. Dra. Maria das Neves Gregório.

Coorientador: Dr. Eduardo Paes Barreto

Recife

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Santos, Flavia Thamires da Silva.

Estudo da morfodinâmica da zona costeira do município São José da Coroa Grande/Pernambuco - Brasil, por meio de um levantamento topográfico utilizando GNSS, para subsidiar uma gestão sustentável / Flavia Thamires da Silva Santos. - Recife, 2024.

89f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação , 2024.

Orientação: Maria das Neves Gregório.

Coorientação: Eduardo Paes Barreto.

Inclui Referências.

1. Geociênci;a; 2. Perfis de praia; 3. Sedimentologia praial; 4. Gestão sustentável; 5. Volume sedimentar. I. Gregório, Maria das Neves. II. Barreto, Eduardo Paes. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

## FLÁVIA THAMIRE SANTOS

"ESTUDO DA MORFODINÂMICA DA ZONA COSTEIRA DO MUNICÍPIO SÃO JOSÉ DA COROA GRANDE/PERNAMBUCO – BRASIL, POR MEIO DE UM LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO GNSS, PARA SUBSIDIAR UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL"

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Aprovada em: 29/8/2024

## BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente

 MARIA DAS NEVES GREGÓRIO  
Data: 21/11/2024 16:13:59-0300  
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

---

Profa. Dra. Maria das Neves Gregório (Orientadora)  
Secretaria de Educação do Governo do Estado de Pernambuco

Documento assinado digitalmente

 MARCIA CRISTINA DE SOUZA MATOS CARNEIRO  
Data: 12/11/2024 04:09:22-0300  
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

---

. Dra. Marcia Cristina de Souza Matos Carneiro (Examinadora externa)  
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de Pernambuco

Documento assinado digitalmente

 VALDIR DO AMARAL VAZ MANSO  
Data: 18/12/2024 10:04:21-0300  
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

---

Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso (Examinador externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esta pesquisa ao meu filho amado, Marcos Eduardo Lemos, que com sua presença em minha vida me dá forças para continuar e lutar para ser mais do que sou agora. Deus foi ótimo comigo por me conceder o privilégio de ser sua mãe.

## AGRADECIMENTOS

Acima de qualquer coisa, agradeço a Deus por estar presente na minha vida em todos os momentos, por me dar força e sabedoria, pois foi Ele que esteve comigo nos momentos de angústia e segurou minha mão e não me deixou desistir. Que me deu coragem de encarar o processo seletivo depois de 10 anos longe da engenharia em si e me deu sabedoria para enfrentar todas as etapas sem mesmo saber se estava fazendo direito, mas fui guiada pelo Espírito Santo até o fim. Obrigada Senhor Jesus, Tu és minha força e minha paz.

Agradeço toda minha família pela força e apoio, aos meus pais principalmente, Maria de Fátima dos Santos e Benedito Umbelino, que sempre estiveram ao meu lado e por serem meu porto seguro em todas as minhas trajetórias.

Ao meu filho maravilhoso, Marcos Eduardo Lemos, por ser uma criança compreensiva e me ajudar a me concentrar nos estudos, por entender que os momentos de ausência foi para nos dar um futuro melhor, pelos lanchinhos, e pelo silêncio para não atrapalhar enquanto estudava.

Ao meu grande amigo Berival Ferreira, que em nenhum momento duvidou da minha capacidade, mesmo nas horas que me encontrei ao ponto de desistir e quando me falou a frase: “O mais difícil você fez, que foi entrar!”, uma pequena frase que me deu forças, pois se eu consegui iniciar, conseguiria terminar. Sua amizade é importante para mim Beri.

À minha orientadora Dr<sup>a</sup>. Maria das Neves Gregório, pela paciência, dedicação e conhecimento, que foi um anjo em minha vida. Não tenho dúvidas nenhuma que Deus guiou todos os meus caminhos até ao seu encontro. Obrigada por me mostrar o quanto a oceanografia é maravilhosa e por me dar forças e apoio. Deus te abençoe grandemente.

Aos membros da banca examinadora Professores Dr<sup>a</sup>. Márcia Cristina de Souza Matos Carneiro e Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso pela disponibilidade e colaboração na pesquisa.

Ao coordenador do curso Dr. Rodrigo Mikosz pela força e apoio e aos professores da UFPE que fizeram parte da minha formação, obrigada pelo aprendizado, dedicação e paciência.

Aos Professores da UFAL, Dr. Hélio Fábio Barros Gomes e Dr. Georganes Hilário Cavalcante Segundo, por fazer parte da minha formação sendo aluna conexa em duas disciplinas muito importante para minha vida acadêmica.

Ao apoio logístico da empresária Mônica Zeneide da Silva Rodrigues, proprietária do Costa Dourada Village com seu acolhimento e recepção em Maragogi/AL, nos momentos dos levantamentos de campo.

Ao meu amigo de curso, Marcone Marcelino, pela grande ajuda nos processos laboratoriais.

E a todos que me ajudaram, me apoiaram, me deram forças, me desafiaram e me impulsionaram, que de alguma forma contribuíram à conclusão dessa trajetória tão desafiadora em minha vida.

## **RESUMO**

Este estudo tem como objetivo analisar a evolução do ambiente praial do município de São José da Coroa Grande, Pernambuco, Brasil, por meio de um levantamento topográfico utilizando GNSS e um levantamento sedimentológico, visando subsidiar planos de gestão sustentável da zona costeira do município. Para preservar as praias e proteger as propriedades costeiras, é fundamental compreender os processos costeiros. Este projeto foi elaborado com o intuito de contribuir para a sustentabilidade local e o gerenciamento da costa. Entre os desafios da Gestão Integrada da Zona Costeira Brasileira estão o monitoramento dos perfis de praia, o estudo sedimentológico e a criação de um banco de dados praiais, como medidas para uma gestão sustentável da orla a curto, médio e longo prazo. Os perfis topográficos foram obtidos por meio de levantamento em campo, totalizando 21 perfis distribuídos de norte a sul. O levantamento foi realizado com o equipamento Leica GS15 (GNSS Geodésico), que capta sinais GPS e GLONASS (L1 e L2), utilizando o software Leica Geooffice e a técnica de posicionamento relativo à estação SAT 93110. Foram utilizados posicionamento estático (20 mm) e posicionamento relativo dinâmico em função da posição em relação à estação SAT 93110 no Datum SIRGAS 2000. Foram coletadas 18 amostras de sedimentos nas regiões do estirâncio durante a maré de sizígia: 9 amostras no período chuvoso e 9 no período seco. As amostras foram analisadas no Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM - UFPE), utilizando a metodologia de Suguio (1973) e o software Sysgran para processamento estatístico. Os 21 perfis topográficos apresentaram uma variação topográfica relevante em relação a sua localização, ao sul (setor 1), centro (setor 2) e ao norte (setor 3). Os perfis mostraram uma variação de altitude 0,53 a 4,763, sendo observada os dois extremos, no setor 3. O setor 1 entre 1,37 e 3,29 metros; o setor 2 (0,91 e 3,92 m); setor 3 (0,53 a 4,76). Demonstram uma variação de 14 a 110 metros de extensão, setor 1 (20 a 68 m); o setor 2 (14 a 60 m) e no setor 3 (6 a 110 m). Sendo a menor extensão observada no setor 2 e a maior extensão no setor 3. O grupo de perfis do setor 3, aparentemente pela sequência na topografia, apresenta a formação de um canal entre as regiões do estirâncio inferior e médio e a região do estirâncio superior, com um grande rebaixamento nas regiões citadas. São perfis totalmente convexos, com grandes perdas sedimentar e processos erosivos instalados. As amostras foram classificadas de areia fina à média, moderadamente selecionada a pobemente selecionada e aproximadamente simétricas. A predominância de areia fina no ambiente praial de São José da Coroa Grande, significa

que, corresponde a um ambiente de energia moderada, permitindo assim, a presença em sua maior parte a granulometria de areia fina. Entretanto, é percebido um grande processo erosivo no setor 3, ao sul da área de estudo.

Palavras-chave: Perfis de Praia. Sedimentologia. Gestão Sustentável.

## ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the evolution of the beach environment in the municipality of São José da Coroa Grande, Pernambuco, Brazil, by means of a topographic survey using GNSS and a sedimentological survey, with a view to supporting sustainable management plans for the municipality's coastal zone. In order to preserve beaches and protect coastal properties, it is essential to understand coastal processes. This project was designed to contribute to local sustainability and coastal management. Among the challenges of Integrated Management of the Brazilian Coastal Zone are the monitoring of beach profiles, sedimentological studies and the creation of a beach database, as measures for sustainable management of the coastline in the short, medium and long term. The topographic profiles were obtained through field surveys, totaling 21 profiles distributed from north to south. The survey was carried out using Leica GS15 (Geodetic GNSS) equipment, which picks up GPS and GLONASS (L1 and L2) signals, using Leica Geooffice software and the SAT 93110 station relative positioning technique. Static positioning (20 mm) and dynamic relative positioning were used depending on the position in relation to the SAT 93110 station on the SIRGAS 2000 Datum. Eighteen sediment samples were collected in the regions of the streambed during the spring tide: 9 samples during the rainy season and 9 during the dry season. The samples were analyzed at the Marine Geology and Geophysics Laboratory (LGGM - UFPE), using the methodology of Suguio (1973) and the Sysgran software for statistical processing. The 21 topographic profiles showed a significant topographic variation in relation to their location, to the south (sector 1), center (sector 2) and north (sector 3). The profiles showed a variation in altitude of 0.53 to 4.763, with the two extremes being observed in sector 3: sector 1 between 1.37 and 3.29 meters; sector 2 (0.91 and 3.92 m); sector 3 (0.53 to 4.76). They show a variation of 14 to 110 meters in length, sector 1 (20 to 68 m); sector 2 (14 to 60 m) and in sector 3 (6 to 110 m). The shortest length was observed in sector 2 and the longest in sector 3. The group of profiles in sector 3, apparently due to the sequence in the topography, shows the formation of a channel between the lower and middle stratum regions and the upper stratum region, with a large drop in the aforementioned regions. The profiles are completely convex, with large sediment losses and erosion processes in place. The samples were classified as fine to medium sand, moderately to poorly sorted and roughly symmetrical. The predominance of fine sand in the beach environment of São José da Coroa Grande means that it corresponds to an environment

of moderate energy, thus allowing fine sand granulometry to be present for the most part. However, a major erosion process can be seen in sector 3, to the south of the study area.

Keywords: Beach Profiles. Sedimentology. Sustainable Management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Perfil de praia típico, adotado por Komar (1998)	26
Figura 2 -	Balanço sedimentar de uma praia	31
Figura 3 -	Mapa de localização da área de estudo - São José da Coroa Grande	38
Figura 4 -	Mapa de localização da bacia de Pernambuco e suas subdivisões	39
Figura 5 -	Litoral arenoso São José da Coroa Grande	41
Figura 6 -	Levantamento de perfil de praia	43
Figura 7 -	Mapa de localização de setores costeiros e de pontos dos perfis topográficos	43
Figura 8 -	Mapa de localização dos pontos de retirada das amostras de Sedimentos	44
Figura 9 -	Coleta e etiquetagem das amostras nas estações secas e chuvosas	45
Figura 10 -	Procedimentos de separação de grãos no LGGM-UFPE	46
Figura 11 -	Ocupação nas áreas de estirâncio e pós praia de São José da Coroa Grande	48
Figura 12 -	Setor 1, localizado no Sul da praia de São José da Coroa Grande	49
Figura 13 -	Mapa de distribuição dos 21 perfis por setores, 1, 2 e 3	50
Figura 14 -	Perfis topográficos 1, 2, 3 e 4	51
Figura 15 -	Perfis topográficos 5, 6, 7 e 8	53
Figura 16 -	Características do Setor 2, região central da praia de São José da Coroa Grande	54
Figura 17 -	Perfis topográficos 9, 10, 11 e 12	55
Figura 18 -	Perfis topográficos 13, 14, 15 e 16	56
Figura 19 -	Setor 3 da praia de São José da Coroa Grande	58
Figura 20 -	Perfis topográficos 17, 18, 19 e 20	59
Figura 21 -	Perfil topográfico 21	60
Figura 22 -	Resultado do cálculo volumétrico dos perfis 1, 7, 10, 17 e 20	61
Figura 23 -	Resultados granulométricos dos Setores 1, 2, 3 no período seco	66
Figura 24 -	Resultados granulométricos dos setores 1, 2, 3 no período chuvoso	67
Figura 25 -	Distribuição granulométrica das frações de areia, cascalho, silte e argila dos setores 1, 2, 3 durante o período seco	68

Figura 26 -	Distribuição granulométrica das frações de areia, cascalho, silte e argila dos setores 1, 2, 3 durante o período seco	69
Figura 27 -	Características granulométricas dos setores 1, 2 e 3 e percentual de frequência da seleção assimetria e curtose no período seco	70
Figura 28 -	Características granulométricas dos setores 1, 2 e 3 e percentual de frequência da seleção assimetria e curtose no período chuvoso	72
Figura 29 -	Características granulométricas dos setores 1, 2 e 3 e percentual de frequência da seleção assimetria e curtose no período seco e chuvoso	74
Figura 30 -	Transportes dos sedimentos dos setores 1, 2 e 3 durante estação seca e chuvosa	76
Figura 31 -	Grãos observados nas amostras de sedimentos do setor 1 e setor 2 no estirâncio médio nos períodos seco e chuvoso	78

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 -	Resultados granulométricos das amostras de sedimentos por setores	48
Tabela 2 -	Variação do volume sedimentar dos anos de 2012 e 2023 dos perfis 1, 7, 10, 17 e 20	62
Tabela 3 -	Resultados granulométricos das amostras de sedimentos por setores 1, 2 e 3, nos períodos seco e chuvoso	66

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
3.1	OBJETIVO GERAL	21
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAL TEÓRICO</b>	<b>22</b>
4.1	ZONA COSTEIRA	22
4.2	GEOMORFOLOGIA	23
4.3	MORFOLOGIA PRAIAL	24
4.4	MORFODINÂMICA PRAIAL	26
4.5	EROSÃO COSTEIRA	28
4.6	BALANÇO SEDIMENTAR	30
4.7	SEDIMENTOS	31
4.8	GESTÃO COSTEIRA	32
4.9	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	33
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DO GNSS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO NAS PRAIAS DO MUNICÍPIO SÃO JOSÉ DA COROA GRANDE/PERNAMBUCO – BRASIL, PARA A COMPREENSÃO DA MORFODINÂMICA COSTEIRA E SUBDISIDIR UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL</b>	<b>35</b>
5.1	INTRODUÇÃO	35
5.2	MATERIAL E MÉTODO	37
<b>5.2.1</b>	<b>Área de Estudo</b>	<b>37</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Levantamento dos Perfis Topográficos</b>	<b>42</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Coleta de Sedimentos</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCURSÃO</b>	<b>47</b>
6.1	MORFODINÂMICA PRAIAL	47
<b>6.1.1</b>	<b>Setor 1</b>	<b>49</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Setor 2</b>	<b>54</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Setor 3</b>	<b>57</b>
6.2	VOLUME	60
6.3	PARAMETROS GRANULOMÉTRICOS	64

6.4	TRANSPORTE DE SEDIMENTOS	76
6.5	MOFOSCOPIA	77
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES</b>	<b>79</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As Zonas Costeiras são regiões que apresentam grande influência no desenvolvimento do país, em função do processo de ocupação do território, diante das questões referentes as consequências decorrentes das mudanças climáticas e ao desordenado crescimento urbano. (PINHO & CORRICO, 2021)

A zona costeira está mais vulnerável aos efeitos das alterações climáticas, eventos extremos e aos impactos de atividades humanas, e, portanto, precisa de uma avaliação de riscos e medidas de mitigação, prevenção e proteção (SILVA, 2022).

Barros & Batista (2020) diz que uma análise dos limites costeiros, exige estudos aprofundados em termos conceituais, teóricos e metodológicos que possam permitir um conhecimento mais completo e que contribuam para o planejamento e gestão adequados desses espaços geográficos únicos.

O conceito de zona costeira analisado de forma integrada com o referencial conceitual, gestão integrada da zona costeira e planejamento urbano, permite construir as bases para o estudo das políticas nesse espaço e, consequentemente, contribuir dessa forma, para soluções de uso e ocupação e manutenção dos recursos ambientais. (PITOMBEIRA & ROMCY, 2023).

Esse trabalho tem como objetivo de mostrar um estudo da evolução da costa e do ambiente praial do município de São José da Coroa Grande/Pernambuco - Brasil. Para isso foi feito um levantamento topográfico com a utilização de GNSS de 21 perfis ao longo da área de estudo no mês de março de 2023 e coleta de 18 amostras de sedimentos para análises laboratoriais em pontos estratégicos nos setores norte, centro e sul da praia, sendo 9 amostras no mês de outubro de 2023, representando a estação seca, e 9 amostras em julho de 2024, representando a estação chuvosa. Também foi feita uma análise teórica como referencial de comparação de um estudo anterior feito em 2014, para a observação de mudanças de evolução morfológicas ao longo dos últimos 9 anos.

Os resultados serão apresentados em forma de artigo mostrando com detalhes os dados obtidos em toda a pesquisa por meio de gráficos e tabelas. Será evidenciando a evolução de erosão costeira da praia de São José da Coroa Grande e o uso territorial do local com intuito de ser discutido posteriormente por órgãos competentes uma forma de implementar uma gestão sustentável com conscientização populacional e governamental com medidas preventivas e protetivas de modo que venham minimizar os impactos antrópicos e naturais que podem intensificar ao decorrer do tempo.

## 2 JUSTIFICATIVA

São muitos os fatores que contribuem para a formação de erosões costeiras, sendo eles naturais e antrópicos. Os naturais correspondem as correntes oceânicas, ondas, marés, agentes climáticos, nível relativo do mar que variam com o tempo, entre outros. Já os fatores antrópicos giram em torno da ocupação humana da zona costeira, visto que mais de 50% da população mundial vivem a 60 km da faixa litorânea, intensificando os processos erosivos ou deposição da linha de costa (Kay; Alder, 1999).

As zonas costeiras têm como seu principal foco o valor econômico, pois são nestas zonas que se concentram grande número de atividades socioeconômicas (Schwarzer; Schrottke, 1999). O crescimento da ocupação das áreas litorâneas, além de interferir na dinâmica costeira, também agrava os impactos ocasionados pelo aumento do nível do mar (Mcgranahan *et al.*, 2007). Bird (1996) diz que para o manejo dessas praias erodidas, antes de buscar soluções é necessário a compreensão das causas da erosão.

Manso (2003) ressalta a importância de delimitar essas áreas com objetivo de nortear, controlar e limitar as atividades que possam impactar de uma forma negativa esse ambiente. O mesmo autor reitera as discussões sobre o assunto, ressaltando a necessidade de estabelecer uma definição jurídica de consenso da zona costeira, sendo possível implantar uma gestão eficaz, com as atribuições bem estabelecidas para diferentes níveis governamentais.

Kron (2013) diz que as zonas costeiras apresentam mais perigos naturais como nenhuma outra região, uma vez que ventos fortes, tempestades, ondas, tsunamis demonstram seu poder de destruição quando atingem a costa.

De acordo com Komar (1976) o estudo de fatores naturais mostra ser uma ferramenta importante para a compreensão das modificações impostas ao meio ambiente. Esses fatores em conjunto, são responsáveis pelas alterações de uma região. Sendo assim, para a preservação de praias e a proteção de propriedades costeiras, é necessário a compreensão dos processos costeiros, como o movimento de sedimentos de praia e a variação resultante na morfologia praial.

O litoral de Pernambuco possui vários trechos que vêm sofrendo processo de erosão costeira de forma intensa nas últimas décadas. Os estudos sobre erosão costeira no litoral de Pernambuco foram realizados por vários trabalhos científicos, como por

exemplo, Manso (1995), Duarte (2002), Gregório (2004), Pontes e Araújo (2006), Santos (2008), Gregório e Araújo (2008), Rollnic (2008), Gregório (2009), Barreto (2014).

A finalidade de técnicas de estudos espaciais e temporais, proporciona compreender a evolução do ambiente em épocas anteriores, para assim, explicar melhor o presente. Também permite analisar a relação entre as características e distribuição dos sedimentos de distintos ambientes e suas interações com a variação morfológica. Contudo, também é necessário analisar com mais precisão o uso e a ocupação do solo no desenvolvimento de urbanização ocorrida nas últimas décadas.

É com o intuito de contribuir para maior entendimento desses processos, que modificam a morfologia da praia da região, que o presente projeto foi elaborado para assim obter informações detalhadas no tempo e no espaço, visando entender a geomorfologia e a oceanografia da localidade em questão, possibilitando também, obter informações fundamentais a respeito da morfodinâmica costeira atual a fim de viabilizar e fornecer contribuições para uma maior sustentabilidade do local e gerenciamento da costa.

Durante a Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (RIO+20), o Brasil se comprometeu em “assegurar um comprometimento político renovado para o desenvolvimento sustentável”. E a pesquisa contribuiu significativamente para a definição da agenda do desenvolvimento sustentável nas próximas décadas. Onde o maior desafio é melhorar os indicadores de desenvolvimento sustentável brasileiro. Anteriormente, os líderes mundiais estabeleceram os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que foram concluídos em 2015. No entanto, a ONU reconheceu a necessidade de uma nova agenda mais ambiciosa e, assim, foram criados os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, compostos por 17 objetivos e 169 metas, com prazo para cumprimento até 2030. Este estudo está inserido em dois desses objetivos. O ODS 13, que visa combater as alterações climáticas e tomar medidas urgentes para enfrentar seus impactos. Isso inclui fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos climáticos e desastres em todos os países. Além disso, o estudo também se relaciona com o ODS 15, que tem como objetivo conservar e promover o uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. Isso inclui a gestão sustentável e proteção dos ecossistemas costeiros para evitar impactos adversos significativos (Gerir de forma sustentável e proteger os ecossistemas costeiros para evitar impactos adversos significativos). Assim, essa pesquisa contribui diretamente para a

construção de políticas e tomadas de decisões que visam enfrentar as mudanças climáticas e preservar a vida na Terra, garantindo a sustentabilidade dos ecossistemas marinhos e costeiros. Sendo este, o maior desafio da Conferência das Nações Unidas das Mudanças Climáticas – COP30 - Que será realizada no Brasil. Este estudo fornece indicadores que vão subsidiar planos de gestão costeira que reforçará a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados com o clima e as catástrofes em todos os países.

### **3 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICO**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

O presente estudo tem como objetivo analisar a evolução do ambiente praial do município de São José da Coroa Grande/Pernambuco - Brasil, por meio de um levantamento topográfico com a utilização de GNSS, e levantamento sedimentológico a fim de subsidiar planos de gestão sustentável da zona costeira do município.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Realizar levantamento topográfico do ambiente praial com a utilização de GNSS;
- b) Analisar a morfologia da praia de São José da Coroa Grande;
- c) Comparar a topografia praial de São José da Coroa Grande dos perfis atuais com estudos realizados anteriormente;
- d) Analisar os resultados obtidos através de tabelas, gráficos e mapas;
- e) Identificar e analisar as feições observadas na morfologia da face da praia através dos perfis topográficos e do volume sedimentar do ambiente praial a fim de comparar com estudos anteriores, e a identificação do processo erosivo;
- f) Coletar amostras de sedimentos na região do estirâncio para a comparação do ambiente;
- g) Fornecer dados científicos para subsidiar a gestão sustentável da zona costeira de município de São José da Coroa Grande.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 ZONA COSTEIRA

A zona costeira é um amplo espaço de interação setorial, institucional, demográfica e urbana, onde a imprevisível dinâmica ambiental afeta as complexas relações entre o homem e o meio.

Zona Costeira foi definida de uma forma mais completa, pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (1990), como área de abrangência dos efeitos naturais resultantes das interações terra-mar-ar, levando em conta a paisagem físico-ambiental em função dos acidentes topográficos situados ao longo do litoral, como ilhas, estuários e baías.

A zona costeira brasileira, é definida atualmente pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGCII), como o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais, abrangendo as seguintes faixas: 1 - Faixa Marítima é a faixa que se estende mar afora distando 12 milhas marítimas das Linhas de Base estabelecidas de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, compreendendo a totalidade do Mar Territorial. 2 - Faixa Terrestre é a faixa do continente formada pelos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na Zona Costeira.

Para a gestão costeira, as principais preocupações que surgem ao se vislumbrar tais cenários são: os impactos diretos e indiretos desta possível subida do nível do mar em termos de erosão costeira, inundação por transposição de ondas, obstrução das desembocaduras de canais, intrusão salina em corpos hídricos interiores e escassez de água doce.

O litoral Brasileiro compreende mais de 8000 km de extensão, abrangendo os mais variados tipos de sistemas costeiros como praias arenosas, falésias ígneas e sedimentares, estuários, dunas e manguezais (Tessler e Goya, 2005).

A formação geológica das praias divide-se em praias arenosas, constituídas por areias, claras ou escuras, e pelas praias rochosas, formadas por seixos de diferentes tamanhos, podendo conter ainda pedaços de conchas e de esqueletos de corais e outros invertebrados, além de restos de algas calcárias (Correia e Sovierzoski, 2005).

As praias arenosas oceânicas constituem um dos ambientes mais dinâmicos da superfície do planeta, cujos depósitos sedimentares são ativamente retrabalhados por ondas, correntes e marés (Short, 1999).

#### 4.2 GEOMORFOLOGIA

O estudo da geomorfologia tem como objetivo descrever as formas de relevo e compreender os processos que lhes deram origem e que produzem transformações nestas formas, tanto no presente, como também ao longo do tempo. (Lins-De-Barros e Milanés, 2020)

Bastos, Maia & Cordeiro (2019) diz que geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo terrestre sob vários pontos de vista, no qual os relevos demandam análises complexas para serem compreendidos adequadamente.

Novaís (2016) alega que a geomorfologia costeira tem o objetivo de estudar as formas de relevo que se encontram na superfície terrestre dos ambientes costeiros, bem como, seus processos dinâmicos e suas transformações ao longo do tempo, visando reconhecer diferentes feições, além da interação dos ambientes costeiros com os ambientes externos.

Lins-de-Barros & Milanés (2020) destacam como exemplo de feições típicas das áreas costeiras, as praias, as dunas, os estuários, as baías, as falésias, os cordões litorâneos e as cristas de praias. Em relação ao relevo da porção marinha, temos como exemplo as feições submersas junto à linha de costa, tais como os terraços marinhos, as planícies de maré e aquelas associadas à plataforma continental, como o talude e os cânions submarinos. Vale ressaltar que algumas feições, como os costões rochosos, os manguezais e as praias arenosas, apresentam tanto partes submersas como partes emergentes, situando-se na interface destes ambientes.

Sobrinho (2004) relata que as dunas podem ser entendidas como elevações de forma regular e características resultantes de uma deposição contínua de partículas transportadas pelos ventos. Esse mesmo autor, diz que ao longo da costa, a faixa litorânea constitui-se de cordões de dunas e areia de praia, os quais estão condicionadas as ações dos ventos propiciando morfologias diferenciadas. O vento faz o transporte das partículas e tem-se o acúmulo de sedimentos, que resulta na formação das dunas.

Falésia é definida como uma escarpa costeira abrupta não coberta por vegetação que se localiza na linha de contato entre a terra e o mar, resultante do trabalho erosivo do mar, promovendo na base da falésia, através da dinâmica das ondas, um processo de solapamento, que normalmente produz grutas de abrasão (Suertegaray 2003, p. 185). As falésias são consideradas ativas quando ainda se verifica a ação das ondas e correntes na sua base. Quando o mar não atinge o pé da encosta, a falésia é considerada inativa ou morta (Silva et al. 2020, p 448).

Estuários, segundo Cameron e Pritchard (1963), são corpos de água costeiros semifechados que têm uma ligação livre com o mar e nos quais a água do mar se dilui, de forma mensurável, com água doce proveniente da drenagem terrestre.

Os estuários são caracterizados por grande variabilidade na salinidade e pela instabilidade dos seus fatores ambientais. Os diversos tipos de sistemas aquáticos costeiros que correspondem ao conceito genérico de estuário, são as lagunas estuarinas, os estuários típicos e os deltas são formações devidas ao efeito combinado dos processos marinhos e fluviais, sendo uns ou outros predominantes, em maior ou menor grau. (Silva, 2000).

Os manguezais são encontrados em toda costa pernambucana, aparentemente em desenvolvimento, que ocorrem normalmente em regiões protegidas da ação das ondas, nas margens de canais de maré e nas porções mais distantes de vales de rios e riachos, seus depósitos compreendem predominantemente em materiais agilo-siltosos com muita matéria orgânica delicadamente dividida, restos de madeiras e conchas (Dominguez et al. 1990).

#### 4.3 MORFOLOGIA PRAIAL

As praias representam o encontro das águas do mar com o continente, tendo importante papel de proteção da linha de costa, onde ocorrem fenômenos naturais de avanços e recuos do mar (Correia & Sovierzoski, 2005).

A praia é um ambiente de transição entre a terra e o mar, praias são ambientes dinâmicos e fisicamente controlados. São constantemente influenciadas por fatores físicos como energia das ondas, marés, ventos, temperatura, chuvas e proximidade às fontes de água doce (McLachlan e Brown, 2006). Estão entre os ecossistemas mais vulneráveis aos eventuais impactos de mudanças climáticas, como: aumento do nível do

mar, alteração da amplitude de marés, aumento na frequência e magnitude de eventos extremos, alterações de direção e intensidade das ondas, aumento das taxas de erosão costeira, elevação da temperatura do mar, acidificação dos oceanos e modificações na distribuição das chuvas e na descarga de sedimentos de rios (Muehe, 2006; Bindoff et, al., 2007; Trenberth et. al., 2007; Mcglone e Vuille, 2012).

Perfil de praia é um perfil de equilíbrio móvel, isto é, frequentemente modificado pela hidrodinâmica local. Altera-se rapidamente nas tempestades e se reestrutura em períodos de bom tempo (Rosa Filho et al., 2015).

De acordo com Komar (1998) e Hoefel (1995) podemos adotar as seguintes definições referente ao perfil de praia, mostradas na Figura 1:

**Zona de arrebentação:** é definida pela ocorrência da quebra da onda, que representa o modo de dissipação energética da mesma sobre a praia;

**Zona de surfe:** essa zona fica entre a zona de arrebentação e a zona de espraiamento, em que dominam os processos de transporte de sedimentos por correntes derivada litorânea e correntes de retorno;

**Zona de espraiamento:** é a região da praia que se limita entre a máxima e a mínima movimentação das ondas sobre a face da praia;

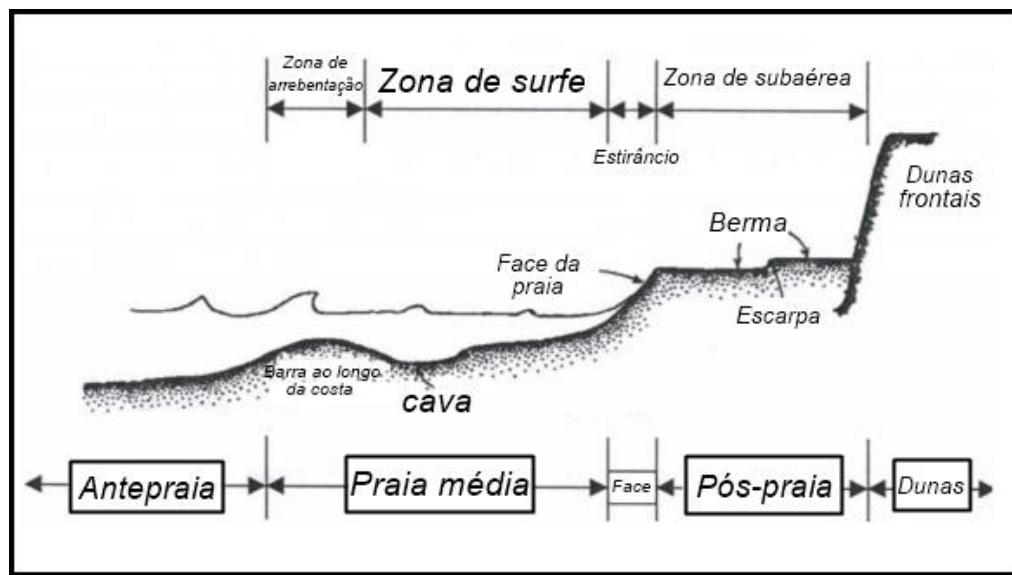
**Pós-praia:** zona que avança até o máximo do espraiamento das ondas até o limite das dunas frontais. Apresenta feições características como berma, crista-canal, dunas embrionárias, dunas barcanóides e escarpas;

**Berma:** é uma feição característica de processos de construção sedimentar. Encontra-se em forma de um banco;

**Face de praia:** zona em que procedem o espraiamento, fluxo e refluxo das ondas ou zona de estirâncio, seu limite superior é a berma e inferior o degrau;

**Antepraia:** parte do perfil em que ocorrem os processos de refração, difração, dissipação de energia por fricção e empolamento. Apresenta como limite externo o ponto de interação do movimento das ondas sobre o fundo.

Figura 1 – Perfil de praia típico, adotado por Komar (1998).



Fonte: Komar (1998)

Perfis morfodinâmicos (nivelamento topográfico) objetivam definir a morfologia do perfil praial, verificando-se a resposta deste ambiente à dinâmica das ondas, e conhecimentos detalhados sobre os fatores que controlam o gradiente do perfil praial, ou seja: ondas (energia e tipo de arrebentação), sedimentos praiais e interação onda-sedimento (transporte sedimentar), além de definir o balanço sedimentar da praia. A partir destes parâmetros é possível caracterizar e prever o comportamento de uma praia (Dean, 1973; Hsu e Wang, 1997).

#### 4.4 MORFODINÂMICA PRAIAL

Morfodinâmica praial é um método de estudo o qual integra observações morfológicas e dinâmicas numa análise mais completa e coerente da praia e zona de arrebentação (Calliari et al., 2003).

Wright e Short (1983) diz que a hidrodinâmica existe ao longo da praia, sendo resultante da interação de ondas incidentes refletidas ou parcialmente refletidas da face da praia, modos ressonantes de oscilações (ondas de borda, progressivas ou estacionárias), fluxos permanentes e aperiódicos, que resultam da arrebentação e dos fluxos gerados por ondas e marés. Essa movimentação da água, exercem atrito sobre os sedimentos móveis da praia, causando gradientes espaciais e temporais em seu transporte. São esses gradientes que causam mudanças na morfologia da praia, que por sua vez induzem modificações no padrão hidrodinâmico atuante. À medida que a hidrodinâmica

produz determinadas morfologias, essas induzem mudanças no padrão hidrodinâmico atuante, ou seja, morfologia e hidrodinâmica evoluem de forma conjunta.

O equilíbrio de uma praia depende em primeiro lugar, da possibilidade de se manter invariável o volume sedimentar nela retido. Para garantir essa estabilidade é necessário que as entradas de sedimentos na praia as compensem em volume útil, sem que a erosão se instale de forma irreversível (Short, 1999).

Estudos intensivos sob o enfoque morfodinâmico realizados em praias do sudeste da Austrália permitiram a identificação de "estágios" morfológicos diferentes associados a regimes hidrodinâmicos característicos (Wright e Short, 1984). Esta classificação desenvolvida na década de 70, pela Escola Australiana de Geomorfologia Costeira, vem sendo utilizada para sistemas de micromaré, sempre que a variação da maré seja menos de 2 metros, dominados por regime de ondulação (Short. 1993).

Wright e Short (1984) utilizaram o parâmetro adimensional ômega ( $\Omega$ ) de Dean (1973) para a classificação dos estágios morfodinâmicos praiais. Esse parâmetro é uma relação entre a altura de quebra da onda, o período da onda e a velocidade de decantação dos sedimentos. Valores de  $\Omega$  maiores que seis, são consideradas praias dissipativas, e menores que um, são consideradas praias refletivas, e entre esse intervalo de valores são classificados quatro estágios intermediários.

Segundo Short (2000) as praias reflexivas possuem a mais baixa energia final do espectro praial. São caracterizadas por escarpas, faixa de areia estreita e normalmente compostas por areia grossa e ondas baixas, sendo comum a presença de cúspides.

O estágio reflexivo é representado por elevados gradientes de praia e fundo marinho adjacente, o que reduz sensivelmente a largura da zona de surfe. Tende a prevalecer em praias fortemente compartimentadas, em zonas protegidas entre promontórios, na presença de areias grossas ou após longos períodos de acresção. A reserva de areia se encontra, principalmente, na porção subaérea da praia, com pouca areia depositada na porção submarina, isso faz com que mesmo em condições de energia reduzida induzam erosão subaérea (Calliari et al, 2003).

As praias dissipativas são representadas pela combinação de ondas grandes e areia fina, possuem uma zona de surfe muito desenvolvida, frequentemente com dois ou três bancos de areia paralelos à praia, com cavas rasas entre eles. A face da praia é formada

por areia fina e normalmente uma faixa de areia larga. A areia é firme, sendo possível transitar com veículos (Short, 2000).

Segundo Calliari et al (2003), o estágio dissipativo, apresenta baixo nível topográfico e elevado estoque de areia na porção subaquosa da praia. Geralmente as ondas arrebentam longe da face da praia, decaindo progressivamente em altura à medida que dissipam sua energia através da arrebentação. A energia é transformada em "set-up" ou subida do nível médio do mar e fluxos de corrente de retorno, os quais podem ocorrer devido a variações espaciais na altura da arrebentação.

Short (2000) afirma que estágios intermediários apresentam características entre dissipativos e reflexivos que se define por:

**Banco e calha longitudinal (longshore bar and trough)** - Formam-se bancos e cava longitudinais, com a linha de costa apresentando basicamente duas arrebentações, sendo uma no banco e outro próximo a face praial. As correntes de retorno são fracas. O tipo de arrebentação é mergulhante;

**Praias com bancos rítmicos (rhythmic bar and beach)** - Difere do primeiro pela presença de grandes cúspides praias rítmicos ao longo da costa. As correntes de retorno são fracas a moderadas. O tipo de arrebentação é mergulhante;

**Praias com bancos transversais e correntes de retorno (transverse bar and rip)** -Se caracteriza pelos bancos transversais soldados à praia e pelas calhas com fortes correntes de retorno. O tipo de arrebentação é mergulhante/deslizante;

**Terraços de maré baixa (low tide terrace)** - Neste estágio ocorre um terraço arenoso que fica exposto na maré baixa, porém na maré alta a face da praia é refletiva. As correntes de retorno são fracas e espaçadas.

#### 4.5 EROSÃO COSTEIRA

Para Charlie e Meyer (1998), a erosão costeira é um fenómeno global que ocorre essencialmente nas margens oceânicas, mas também lacustres e que vem sendo citada na literatura técnico científica há dezenas de anos. Parar a erosão costeira e o recuo da linha de costa, é um processo natural de evolução da costa. O processo de erosão costeira pode

ser reduzido ou minimizado, e as zonas altamente afetadas pela erosão podem ser recuperadas, de maneira parcial ou total, mesmo que seja de modo provisório.

A erosão em uma praia se torna problemática quando passa a ser um processo severo e permanente ao longo de toda a praia ou em trechos dela, ameaçando áreas de interesse ecológico e socioeconômico (Souza et al., 2005).

Souza (1997) diz que processos sedimentares (erosão, deposição e transporte) de uma praia, podem ocorrer pelos seguintes fatores:

**Meteorológicos/climáticos:** têm maior influência nas variações do NM (Nível do Mar) e na atuação dos ventos, agindo no movimento comportamental de ondas e, consequentemente, interferindo nas características das correntes costeiras.

**Oceanográficos:** corresponde a ação de ondas e marés, e as correntes geradas por esses agentes. Dentre os diversos fatores geológicos atuantes no litoral, os de maior importância para as praias são os processos sedimentares que determinam o seu balanço sedimentar.

**Antrópicos:** está relacionado as interferências do ser humano nas regiões costeiras, modificando os fatores naturais. O homem pode também tornar-se um agente direto dessas trocas, através da retirada/mineração de areia das praias e da realização de projetos de alimentação ou engodamento artificial de praias.

Para minimizar ou retardar os problemas de erosão costeira são executadas obras de contenção, sendo vós artificiais ou naturais, para a defesa da costa. Para isso são feitos estudos conceituais e empíricos com fundamentos matemáticos ou físicos para determinar valores relacionados à variação relativa do nível do mar, aspectos meteorológicos e oceanográficos, também são feitos estudos para estimativa da evolução da faixa costeira para analisar e detectar possíveis tendências do comportamento atual e recente da área de intervenção (Bulhões, 2020).

Alfredini e Arasaki (2009) afirma que obras de defesa do litoral costeiro, são ações que pretendem agir no transporte de sedimentos, estabilizar ou ampliar a linha de costa e defendê-la contra a erosão com obras que podem ser classificadas artificiais ou naturais.

Em áreas com transporte sedimentar elevado e devem dispor basicamente de estruturas de defesa perpendiculares à costa, como espiões, guias-corrente e molhes (Alfredini e Arasaki, 2009). Nas áreas onde o transporte sedimentar litorâneo é menor

intensidade, as obras devem ser implantadas de forma paralela à costa, de modo a fixar a posição da linha de costa ou conter o efeito das ondas, como exemplo: quebra-mar destacado e revestimentos como muros ou paredões (Bulhões, 2020).

Bulhões (2020) também destaca que obras de classificação natural, compreende em reproduzir artificialmente o efeito que praias e dunas promovem como linhas de defesa do litoral, sendo assim, o principal tipo de intervenção é o preenchimento artificial de praias. O mesmo autor dia que existe outros tipos de obras que incluem os sistemas de transposição artificial de areias e criação, recuperação ou fixação de dunas. Essas intervenções são usualmente consorciadas com obras rígidas, ou ainda são usadas como medidas mitigadoras de impactos advindos das intervenções iniciais.

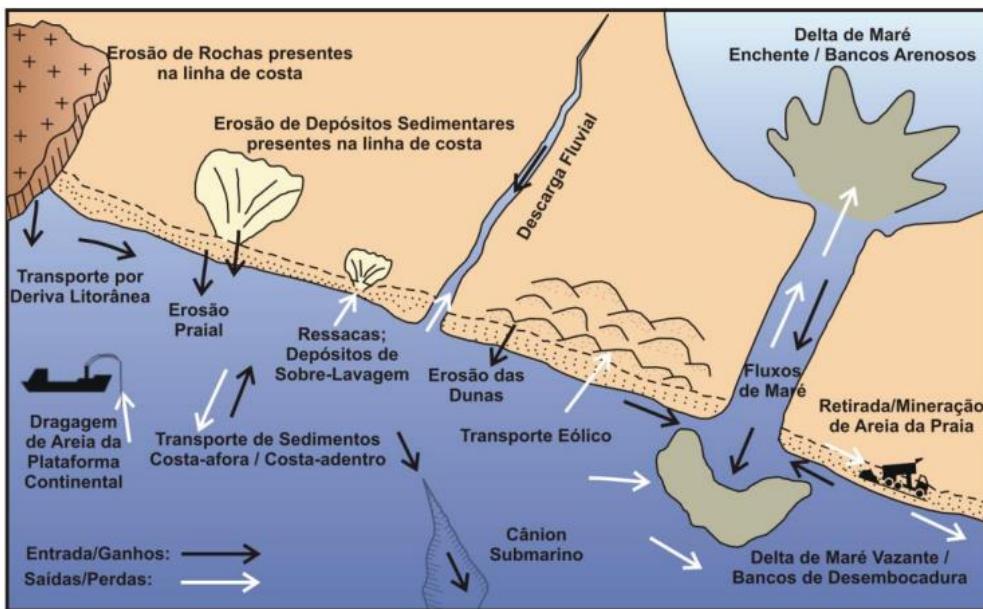
#### 4.6 BALANÇO SEDIMENTAR

O balanço sedimentar constitui-se da relação entre perdas e ganhos de sedimentos de praia. Esse processo de troca, podem ocorrer entre a praia e o continente, rios e canais de maré, dunas e terraços marinhos encontrados próximos à praia (Figura 2), e também a plataforma continental e a praia em si (Figura 8), (Souza, 2009).

Paula et al. (2016), explica que a porção submersa dada praia é possível a formação de bancos, que serão retrabalhados por ondas mais fortes, assim os sedimentos transportados em direção às praias, no qual parte dela será levada pelo vento em direção ao continente, fazendo com que o perfil praial tenha uma perda de sedimentos, mas caso esse mesmo sedimento chegar aos rios e estuários, haverá um ganho geral para o sistema de abastecimento da zona costeira. Os mesmos autores dizem que a perda maior de sedimentos é quando há ação de ondas mais fortes sobre a praia, retransportando grande quantidade de areias para fora da sua zona de influência.

Sendo assim, Souza (2009), confirma que quando a saída de sedimentos de uma determinada zona costeira for maior que o ganho, irá existir um balanço sedimentar negativo, causando a erosão da praia, diminuindo gradualmente sua largura e a retração da linha de costa. Caso aconteça o contrário, ou seja, a entrada de sedimentos for maior que a perda, a praia aumentará sua largura e a linha de costa avançará. No entanto se o balanço for igual a zero, o sistema praial estará em equilíbrio.

Figura 2 - Balanço sedimentar de uma praia



Fonte: (modificado de NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration (2007)

#### 4.7. SEDIMENTOS

O sedimento é um material fragmentado, produzido pelo intemperismo, ou seja, alterações físicas e químicas das rochas, como o basalto ou o granito. Os sedimentos marinhos também podem ser formados pelo acúmulo de carapaças de organismos mortos. (Pinet, 2017)

Os sedimentos que se encontram junto a linha de costa, estão em constante movimentação, procurando sua posição no perfil de equilíbrio em função das características geomorfológicas e hidrodinâmicas do ambiente costeiro. A troca de estoques de areia entre a porção emersa e submersa do perfil praial, ocorre principalmente durante os ventos de tempestade que normalmente são mais significativos em regiões temperadas, erodindo a face da berma e depositando na forma de bancos submersos (GREGÓRIO et al., 2017).

As praias arenosas podem variar significativamente de seu estado inicial, dependendo da sazonalidade, vegetação, mudança das condições de ondas e marés, alterando a largura e extensão (Erickson et al., 2017). Ranieri e El-Robrini, completa que devido as praias sofrerem modificações, ficam sendo suscetíveis à erosão, ao transporte e, por fim, à distribuição granulométrica.

A análise granulométrica nos permite estabelecer, de forma quantitativa, a

distribuição textural das partículas sedimentares (Suguiio, 1973). Guilherme et al. (2017) diz que desta forma é possível caracterizar, classificar e correlacionar sedimentos de locais diferentes por meio de tratamento estatístico.

#### 4.8 GESTÃO COSTEIRA

Gestão Ambiental pode ser definida como o processo de mediação de interesses entre atores sociais, que agem sobre os meios físico natural e construído, a partir do qual se define e redefine, continuamente, o modo como os diferentes atores sociais, através de suas práticas, alteram a qualidade do meio ambiente e, como se distribuem na sociedade, os custos e benefícios decorrentes das ações destes agentes (Price Waterhouse, 1992).

Rodrigues (2003) fala que a zona costeira compreende ecossistemas interligados, tornando uma área de elevada atividade, sendo assim, como consequência se torna atrativa para os seres humanos o que condiciona uma intensa ocupação e uma grande exploração de recursos.

O planejamento da ocupação sustentável da zona costeira brasileira é realizado de forma desordenada em razão de limites institucionais e normativos existentes no sistema jurídico brasileiro (Oliveira e Coelho, 2015).

No Brasil são ainda embrionárias as políticas de Gestão Integrada da Zona Costeira em relação ao problema e às suas causas, seja no que tange ao planejamento territorial, às obras de contenção/proteção costeira (estruturais ou não), ao financiamento de projetos ou a estudos de cenários que possam orientar investimentos (Souza, 2009).

De acordo com Souza (2009) sobre os maiores desafios e necessidades para o Brasil em relação a Gestão Integrada da Zona Costeira, destacam-se alguns em relação ao monitoramento de perfis de praia e aos estudos sedimentológico como:

- a) A realização de estudos para identificação de indicadores de erosão costeira e estabelecimento de uma rede nacional de monitoramento; realização de monitoramentos contínuos (perfis de praia e indicadores de erosão costeira), em especial nas praias críticas;
- b) Criação de um banco de dados praiais (dados sedimentológicos, geomorfológicos, clima de ondas, NM etc.), nacional e georreferenciado, que deverá incluir os dados já existentes e os novos levantamentos (perfis de praia);

- c) Criação de um banco nacional e georreferenciado de dados sedimentológicos da plataforma continental interna, em escala compatível com os estudos de erosão costeira;
- d) Realização de estudos e estabelecimento de medidas efetivas que visem à recuperação das praias críticas e/ou à mitigação da erosão;
- e) Estabelecimento de medidas de gestão da orla, com indicações de ações para curto, médio e longo prazos, baseadas em estudos de erosão costeira e nas previsões de elevação do NM.

Abreu, Vasconcelos e Albuquerque (2017) dizem que é vital para a manutenção econômica das localidades litorâneas a implementação de um processo de Gestão integrada da Zona Costeira, para que haja a convivência pacífica e até complementar de atividades como o turismo e a pesca, para que ocorra o respeito ao meio ambiente original, incluindo as tradições da população e pode ter o manejo adequado dos recursos naturais sem afetar o desenvolvimento econômico.

#### 4.9 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A sustentabilidade revela-se, como um conceito que abarca proteção ambiental, desenvolvimento econômico e bem-estar social, devendo ser capaz de estabelecer uma ponte sobre a falsa dicotomia desenvolvimento e meio ambiente (Raupp, 2020).

Ragazzi e Procópio (2023) fala que o ambiente marinho possui pelo menos dois focos econômicos, por exemplo que apresenta a influência direta do mar como o setor naval, náutico incluindo esporte, portuário, pesca, turismo, defesa, economia da praia, e, também o foco nos setores adjacentes que se encontra no entorno, porém não têm o mar como matéria-prima ou meio.

Os vários abusos do homem foram, gradualmente, intensificando as ações dos fenômenos naturais, traduzindo-se em severos problemas para as zonas costeiras. Desencadeando, portanto, a problemática da erosão costeira, a qual também tem origem em ações naturais, que foram intensificadas, direta ou indiretamente, pelo homem. A solução para este problema foi passando pela construção massiva de obras de defesa costeira, as quais reforçaram a ação deste processo. Tais situações prejudicam a população, bens e patrimônio local, os quais urgem em proteger e salvaguardar. Entende-se, portanto, que a aposta mais acertada se concentra na estimulação de políticas de

prevenção e de gestão integrada e sustentável destas zonas, capazes de gerir os múltiplos conflitos que as diversas atividades econômicas geram (Ferreira, 2014).

Gomes (2023) diz que o desenvolvimento sustentável, que em sua essência busca justamente o crescimento das gerações presentes sem que isso afete negativamente as gerações futuras. Não só a orla marítima, mas a zona costeira como um todo é de grande relevância para a economia e a cultura brasileira e para o desenvolvimento social do país. É necessário que haja o devido cuidado com o intercâmbio de interesses nesta área, para que nenhum setor saia prejudicado, especialmente o ambiental, que é de caráter vital para que os demais setores se mantenham.

## **5 ARTIGO - Aplicação do GNSS no Levantamento Topográfico nas Praias o Município São José da Coroa Grande/Pernambuco – Brasil, para a Compreensão da Morfodinâmica Costeira e Subsidiar uma Gestão Sustentável**

### **5.1. INTRODUÇÃO**

De acordo com Dias e Oliveira (2013), Zona Costeira é definida como um espaço complexo estando em constante modificação, sendo o resultado da interação de processos naturais que estão relacionados, com a escala temporal e sobre efeitos da ação antrópica. Os mesmos autores afirmam, que a Zona Costeira apresenta em sua configuração diversos ecossistemas, sendo eles, mangues, praias, campos de dunas, estuários, além de outros ambientes, por isso, se mostra um ambiente de significativa riqueza natural.

As Zonas Costeiras são regiões que apresentam grande influência no desenvolvimento do país, em função do processo de ocupação do território, diante das questões referentes as consequências decorrentes das mudanças climáticas e ao desordenado crescimento urbano, sendo primordial entender como o processo de urbanização tem impactado o meio ambiente, em especial nas regiões costeiras, pois são áreas com grande biodiversidade e que estão em risco. (CORRIÇO & PINHO, 2021).

Bulhões (2020), define erosão costeira como o resultado na paisagem da deficiência no balanço sedimentar em determinado segmento da linha de costa, durante determinado intervalo que tem a supressão de materiais sedimentares em determinado segmento costeiro, também em um intervalo de tempo definido.

Segundo Borges, Lameiras e Calado (2009), a erosão costeira é um fenômeno global que ocorre essencialmente nas margens oceânicas, essa erosão é resultado da contribuição de diversos processos e fatores que frequentemente atuam em conjunto, sendo os mais óbvios as tempestades costeiras e as ondas associadas, as correntes fortes, vento, a gravidade, o material em que as falésias são talhadas e as características morfotexturais das praias. A variação do nível médio do mar a curto, a médio ou longo prazo, bem como, a alteração da morfologia (paisagem) costeira causada pela ação do homem, por exemplo através da construção de esporões ou de defesas aderentes, são importantes fatores responsáveis pela erosão costeira e/ou potenciadores da mesma.

Para Silva (2021) a zona costeira concentra as maiores densidades demográficas, e que no Brasil a tendência reforçada por sua formação colonial, com a ocupação do território no sentido da costa para o interior. O mesmo autor completa que uma extensa rede de cidades e de variadas atividades produtivas estão espalhadas em nosso litoral de

dimensão continental. Consequentemente a zona costeira atravessa áreas de diferentes climas variando do equatorial ao subtropical, assim como, diferentes ambientes geológicos e geomorfológicos (Dieter, 2005).

Com grande diversidade de fatores naturais (solo, vegetação, clima e relevo) e fatores antrópicos (população, economia e cultura), o litoral brasileiro nos 8.698 km de extensão e em seus 463 municípios representam 8,3% dos municípios e onde vive uma em cada quatro pessoas no Brasil em 17 Estados costeiros e 13 regiões metropolitanas (Silva, 2021).

Gregório et al. 2004, fala que o litoral do estado de Pernambuco é composto, na maioria das vezes, por praias arenosas, destacando-se no âmbito turístico mundial por sua beleza peculiar, apresenta também, ao longo de sua área litorânea, trechos vulneráveis a erosão costeira.

O litoral de Pernambuco possui 187 km de extensão e ocupa 2,3% de todo o litoral brasileiro. Apesar de sua estreita faixa litorânea, é marcado historicamente pela presença de regiões estuarinas, as quais lhe conferem características ambientais que promovem uma intrínseca relação entre homem-natureza. A zona costeira, com 2.968 km<sup>2</sup>, abriga 21 municípios, e alguns locais a costa é baixa (Pedrosa, Lira e Maia, 2013)

O litoral do município de São José da Coroa Grande está dividido em duas áreas, uma urbana ao sul e dos distritos de Várzea do Una e Abreu do Una. Na parte sul, encontra-se a sede onde há uma maior concentração urbana distribuída do litoral para o interior. Essa ocupação, em termos morfodinâmicos, contribuiu para a predominância de processos de erosão costeira, em razão de aterros e ocupações irregulares (MMA - Projeto Orla, 2005).

Barreto (2014) afirma que a praia de São José da Coroa Grande vem sofrendo com erosão há décadas. Sua orla em determinados setores possui obras de contenção desordenadas que afetam a paisagem litorânea, acesso de banhistas às praias e promovem déficit no balanço sedimentar costeiros. O mesmo autor destaca a importância de estudos adequados para recuperação dessa região litorânea, pois ele afirma que a falta de um planejamento, haverá o surgimento de inúmeras intervenções realizadas de forma aleatória, sem nenhum dimensionamento técnico e isso fará com que na maioria dos casos, haja surgimento de falhas nas próprias estruturas de proteção e ao agravamento da erosão em toda a praia.

Para uma melhor compreensão da dinâmica costeira nas praias do município de São José da Coroa Grande no presente estudo tem como objetivo analisar a evolução do ambiente praial do município de São José da Coroa Grande/Pernambuco - Brasil, por meio de um levantamento topográfico com a utilização de GNSS, e o levantamento sedimentológico, a fim de subsidiar planos de gestão sustentável da zona costeira do município. Portanto, este estudo também é importante para compreender a dinâmica socioeconômica e ambiental do município de São José da Coroa Grande. E assim, possibilita a identificação de potenciais conflitos e a proposição de estratégias de desenvolvimento sustentável, visando conciliar o crescimento econômico com a conservação dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida da população local.

## 5.2. MATERIAL E MÉTODO

### 5.2.1 Área de Estudo

São José da Coroa Grande, está situado no litoral sul do estado de Pernambuco, Brasil, abrange uma área de 69,34 km<sup>2</sup> de superfície, entre a latitude 8° 53'03" S e longitude 35° 08'56" W (Figura 3). A praia de São José da Coroa Grande está localizada a 123 km da capital Recife, na Zona da Mata Sul de Pernambuco, limite com o Estado de Alagoas (Figura 3).

O município de São José da Coroa Grande é limitado pelos rios Persinunga, e o Rio Una, que limitam a área ao sul e ao norte, respectivamente, passando pelo Ilhetas, que deságua em foz comum com o Mamucaba, nos limites sul da bacia de Tamandaré, o rio Barra do Cruz e o Una, principal rio da área pela vazão e pelo transporte de sedimentos (Barreto, 2014).

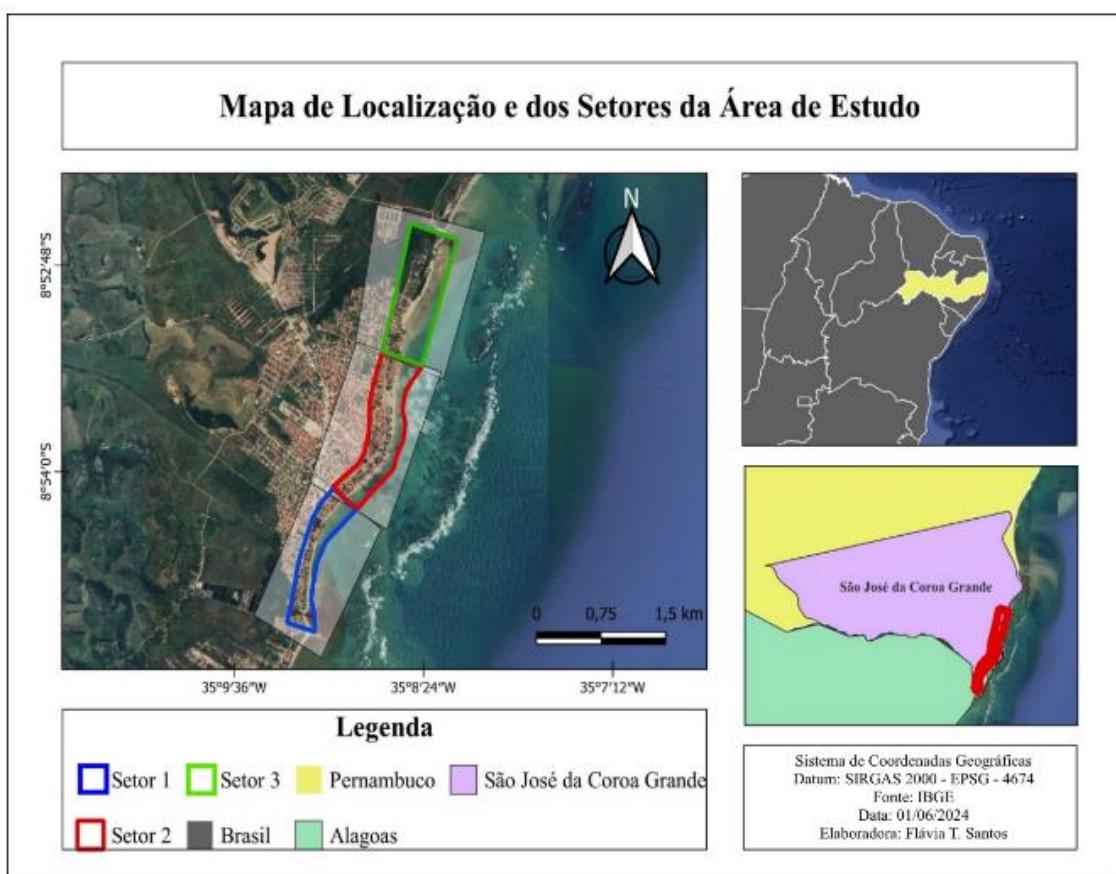
O município é o menor do litoral sul de Pernambuco, apresentando uma população de 18.825, de acordo com o último censo do IBGE em 2022, sendo registrado um aumento de 3,55% em relação ao censo de 2010.

A economia do município é baseada principalmente no turismo, na pesca e na atividade agropecuária. O turismo é responsável pela geração de empregos e renda para a população local, sendo a principal fonte de sustento para muitas famílias. É importante ressaltar que a região possui desafios ambientais, como a erosão costeira e a degradação dos ecossistemas de manguezais devido ao avanço desordenado das atividades turísticas

e imobiliárias. Esses problemas demandam ações de preservação e manejo sustentável dos recursos naturais, visando garantir a conservação da biodiversidade local e a sustentabilidade socioambiental.

A região litorânea de São José da Coroa Grande se estende por cerca de 10 km de orla (Figura 3), destacando-se pela presença de praias arenosas como a Praia da Várzea do Una, a Praia de Gravatá e a Praia da Coroa Grande. No local, também podem ser encontradas várias piscinas naturais. Essa região é conhecida por suas belas paisagens naturais e por ser um importante atrativo turístico. Além das praias, São José da Coroa Grande, também se destaca pela sua rica biodiversidade, abrigando áreas de manguezais, restingas e fragmentos de Mata Atlântica.

Figura 3 – Mapa de localização da área de estudo - São José da Coroa Grande

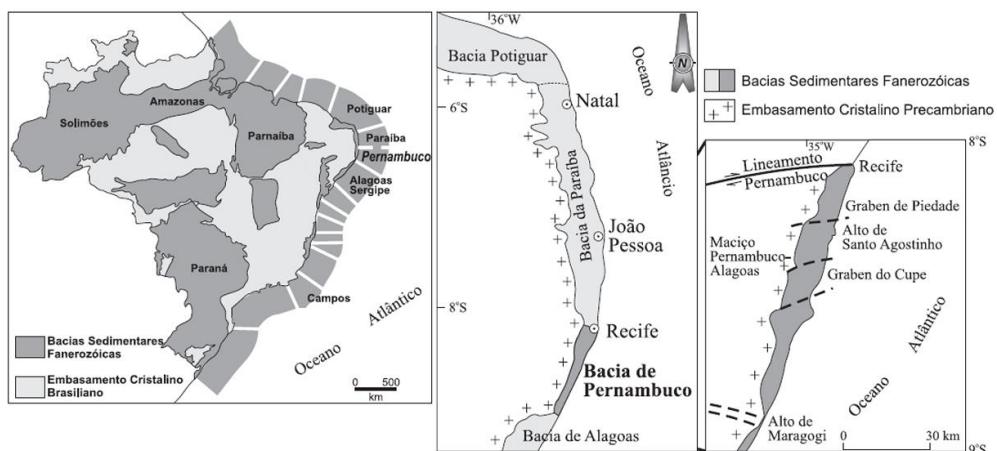


Fonte: a autora (2024)

De acordo com Lima Filho (1998), São José da Coroa Grande pertence à Bacia Sedimentar de Pernambuco e está inserida geograficamente na faixa costeira sul do Estado de Pernambuco, que vai do município de Recife, seu limite norte, até a área de estudo, que faz divisa com Estado de Alagoas.

A Bacia de Pernambuco era descrita com o mesmo cenário geológico da Bacia da Paraíba, denominada Bacia de Pernambuco-Paraíba (Feijó 1994). Já Lima Filho (1998) sugeriu a subdivisão em duas sub-bacias (Figura 4) baseado em diferenças estratigráficas e estruturais, pois foi demonstrado que na Bacia de Pernambuco ocorre uma expressiva seção rifte, vulcanossedimentar, a qual não é observada a norte de Recife (na Bacia da Paraíba), e sim que ocorrem várias exposições de plataformas carbonáticas neocretáceas a paleógenas, especialmente entre Recife e João Pessoa. Dessa forma o autor diz que a Bacia de Pernambuco comprehende, em sua porção emersa, uma área de aproximadamente 900 km<sup>2</sup> da Margem Continental Leste Brasileira, entre o Lineamento Pernambuco (a norte) e o Alto de Maragogi (a sul, na divisa com o Estado de Alagoas).

Figura 4 - Mapa de localização da Bacia Pernambuco e suas subdivisões.



Fonte: Lima Filho (1998)

Ao longo da costa de Pernambuco, depósitos Quaternários Marinhos foram mapeados por Dominguez et al. (1990), representados por dois conjuntos de Terraços marinhos, Pleistocênico e Holocênico. Os Pleistocênicos com um máximo atingido há 120 mil anos A.P., que é representado com terraços marinhos de altitudes entre 7 a 11 m acima da preamar atual e apresentam alguns afloramentos vestígios de antigas cristas de cordões litorâneo. Os Holocênicos com um máximo há 5 mil anos A.P., possuem altitudes que variam de 1 a 5 m acima da preamar atual, situado mais externamente ao longo da costa, no qual apresenta um maior número de testemunhos na forma de terraços marinhos, depósitos lagunares, recife de corais e de algas coralinas e banco de arenito. A costa de Pernambuco apresenta um caráter transgressivo com uma predominância de estuários,

devido principalmente ao pequeno aporte de sedimentos fluviais, e a presença de mangues influenciada pelas marés.

Segundo Manso (2003), as planícies costeiras no período do Quaternário, possuem uma unidade geológico-geomorfológica complexo, por serem 44 ambientes de transição entre fenômenos marinhos e continentais, em que é possível ser inseridos vários compartimentos geomorfológicos.

O Domínio da Planície Costeira compreende um conjunto de ambientes deposicionais de origens fluvial e marinha, cujos padrões de relevo, são as planícies Flúvio-marinha, apresentando extensos manguezais em estuários afogados, formando rias, as planícies costeiras formadas pelas praias arenosas e terraços marinhos Pleistocênicos e Holocênicos, os recifes de arenito de praia ou coralinos, que são uma característica marcante do litoral pernambucano (Nascimento et.al., 2023, pg. 653).

O Domínio das Planícies Flúvio-Marinha, corresponde a relevos de agradação, em zona de acumulação atual. São superfícies extremamente planas, com amplitude de relevo nula, em ambientes mistos de interface dos Sistemas Deposicionais Continentais e Marinhos constituídos de depósitos argilo-arenosos a argilosos, com terrenos mal drenados, prolongadamente inundáveis, com padrão de canais meandrantes e divagantes, sob influência das oscilações das marés ou resultantes da colmatação de paleolagunas (Nascimento et.al., 2023, pg. 653).

A vegetação na região da praia de São José da Coroa Grande está distribuída com as condições clima, marinha, bem como, associada aos tipos de solos e sob a influência das marés. Apresentando assim, regiões inundáveis e o desenvolvimento de solos orgânicos e a vegetação de mangues.

O clima da área de estudo é classificado por Koppen, como As', representado por um período chuvoso (Outono/Inverno) e um período seco (Primavera/Verão), descrito como quente e úmido com chuvas de inverno, antecipadas no outono, onde a média de precipitações é em torno de 1800 mm. Em compensação a esse alto índice pluviométrico a radiação solar é intensa, típica da faixa tropical, cuja brisa marinha contribui para um alto índice de evaporação (Nascimento et. al., 2023, pg. 641). A temperatura média anual do litoral de Pernambuco está entre 25 e 30°C. No litoral arenoso, a vegetação caracteriza-se por ser pouco densa e herbácea (Manso, 2003), gramíneas, salsas de praia (Figura 5) e capim de areia.

Figura 5 – Litoral arenoso São José da Coroa Grande



Fonte: a autora (2023)

As marés do litoral pernambucano são do tipo mesomaré, dominadas por ondas, e sob ação dos ventos alísios. Essas marés são do tipo semidiurna, com período médio de 12.42 horas, com duas preamarés e duas baixa-mares por dia lunar; os valores representativos da altura da maré são de 2.4 m para sizígia máxima; 2.1 para sizígia mínima (Coutinho et al., 1997).

O sistema de correntes no litoral de Pernambuco ainda não é bem conhecido, porém tem uma predominância de sul para o norte. Testa e Bosence (1999) observaram fortes correntes costeiras no litoral nordestino, segundo eles geradas por marés e pelos ventos. Bittencourt et al. (2005) estudaram os padrões de dispersão dos sedimentos ao longo da costa do Nordeste correlacionando as tendências erosivas e progradantes com a direção da deriva litorânea, que, segundo estes autores, se dá de S-N.

As ondas é um dos principais agentes marinhos que modifica a estrutura da linha de costa, e muito da natureza dinâmica do ambiente praial resulta direta ou indiretamente da ação das ondas (Duarte, 2002). Dados de São José da Coroa Grande, o período a altura significativa ( $H_s$ ) foi na maioria das vezes acima de 1,7 m com média durante o verão de 1,8 m e 2,1 m no inverno (Barreto, 2014).

### 5.2.2 Levantamento dos Perfis Topográficos

No levantamento de campo, foram realizados 21 perfis topográficos ao longo do arco praial nos dias 21, 22 e 23 de março de 2023, durante baixamar da maré de sizígia.

Os perfis topográficos foram realizados através de caminhamento, com o uso do equipamento (*Global Positioning System*) Leica GS15 (GNSS Geodésico que capta sinais GPS e GLONASS, L1 e L2) e o software LeicaGeoffice, no modo relativo cinemático (MENDONÇA, 2005), o qual consiste na técnica de posicionamento relativo à estação SAT 93110 que representa um dos vértices da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo).

O ponto inicial foi gerado com a técnica de posicionamento estático (20 mm), e os perfis topográficos foram obtidos com a técnica de posicionamento relativo dinâmico, com uma taxa de gravação de 5s, para garantir a obtenção dos pontos das coordenadas, em função da velocidade do deslocamento (caminhada).

A metodologia foi realizada através do Transporte das Coordenadas de um Marco (Mendonça, 2005; Rocha, 2008). Esse procedimento foi através do posicionamento do GPS, atribuindo-lhe coordenadas definidas em função da sua posição relativa em relação ao *Datum SIRGAS 2000* e em função da geometria da superfície de referência utilizada. A operação matemática corresponde ao estabelecimento das coordenadas, que se baseia a um cálculo sequencial, que utiliza os pontos intermediários e o *Datum*, ou seja, cujas coordenadas são conhecidas do ponto de origem considerado.

O levantamento dos perfis topográficos foi iniciado após o transporte das coordenadas, e realizado o levantamento através de dois equipamentos GPS, com uma precisão milimétrica. Um dos GPS foi programado para ser a base (Figura 6), colocado em um marco de coordenadas conhecidas e o outro foi utilizado para o caminhamento. Os perfis foram distribuídos de Sul para Norte, perfazendo-se um total de 21 perfis (Figura 7). Os registros armazenados foram processados em laboratório, através das correções de altura de transdutor e de maré, sendo os resultados referenciados em função do zero hidrográfico do Porto de Suape.

O volume da área abaixo dos perfis foi calculado, pelo cálculo geométrico de cada seção, multiplicando o valor da área expressa em metros quadrados por 1 m, o que permitiu determinar o volume de areia por metro linear ( $m^3 \cdot m^{-1}$ ). Os cálculos de volume sedimentar foram realizados nos perfis topográficos 1, 7, 10, 17 e 20, através de

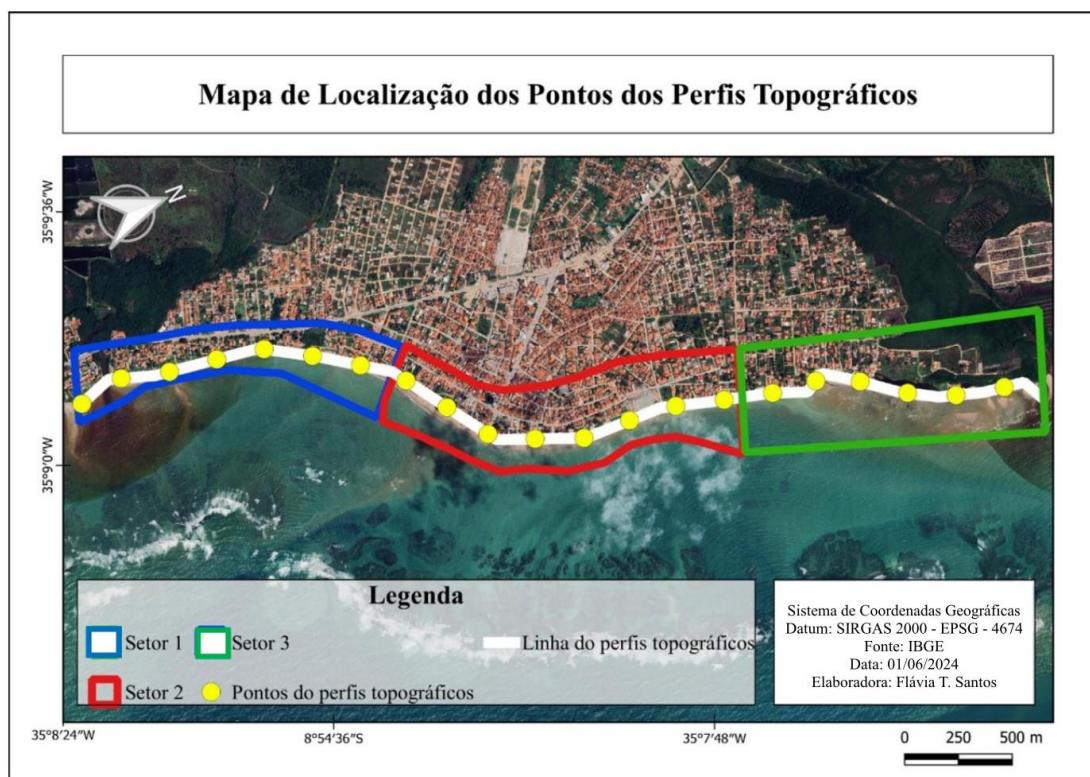
programas específicos, para fins de comparação, com pesquisas anteriores na área de estudo.

Figura 6 – Levantamento de perfil de praia



Fonte: a autora (2023)

Figura 7 - Mapa de localização dos setores costeiros e dos pontos dos perfis topográficos.



Fonte: a autora (2024)

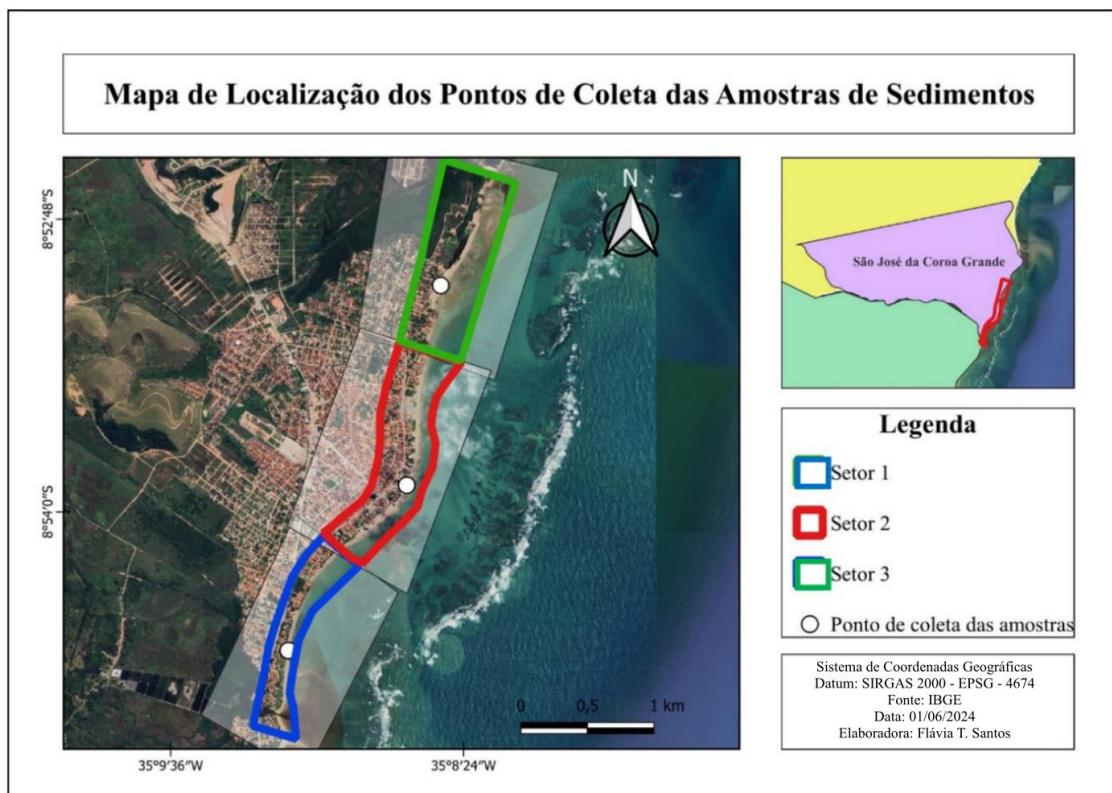
### 5.2.3 Coleta de Sedimentos

Foram realizados 18 pontos de coleta de sedimentos, em dois períodos distintos, ao longo do arco praial da área de estudo. Sendo 9 amostras coletadas em 21 de outubro de 2023, na estação seca, e as outras 9 amostras coletadas em 6 de julho de 2024, durante a estação chuvosa, para a análise granulométrica e morfoscópica, a fim de caracterizar as três sub-regiões do estirâncio.

As amostras de sedimentos foram coletadas na região do estirâncio (Figura 8), em três pontos da praia de São José da Coroa Grande, assim classificado, estirâncio inferior, médio e superior, distribuídas por setores: setor 1, localizado ao norte; setor 2, localizado ao centro; o setor 3, localizado ao sul da área de estudo, nas estações seca e chuvosa, totalizando 18 amostras.

As amostras 1.0 (estirâncio inferior) 1.1 (estirâncio médio) e 1.2 (estirâncio superior) correspondem ao lado norte da praia de São José da Coroa Grande, as amostras 2.0, 2.1 e 2.2 correspondem a parte central e as amostras 3.0, 3.1 e 3.2 foram colhidas ao sul da praia (Figura 8 - Localização dos pontos de retirada das amostras).

Figura 8 - Mapa de localização dos pontos das amostras de sedimentos



Fonte: a autora (2024)

Os sedimentos foram coletados em torno de 5 cm superficiais da praia para observar o momento de deposição atual. A coleta foi realizada (Figura 9) durante a maré de sizígia, na baixamar. Para a retirada dos sedimentos foi utilizado uma espátula, e condicionados em sacos plásticos, devidamente etiquetados.

Figura 9 - Coleta e etiquetagem das amostras nas estações seca e chuvosa



Fonte: a autora (2023 e 2024)

As amostras foram trabalhadas em laboratório para os procedimentos de separação do tamanho dos grãos, no Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM - UFPE), sendo utilizada metodologia de Suguio (1973) (Figura 10). Foram utilizadas 100g de cada amostra, pesadas em balança de precisão. Foi feito o peneiramento úmido, utilizando-se de peneiras de 2,0 e 0,62 mm, e o peneiramento seco, utilizando-se de peneiras com intervalos de 1,0φ.

O processo de peneiramento seco, resume-se em colocar a fração areia em um jogo de peneiras com aberturas de 1,00mm, 0,500mm, 0,250mm, e 0,125mm, e um fundo onde são retidas as partículas do tamanho 0,125mm ou menos. Essas amostras serão para um agitador de peneiras (rot-up) durante 10 minutos, logo após a agitação, obtém-se partículas retidas em cada peneira correspondente, mostrando o resultado de areia muito grossa, nas quais fora acima de 1,00mm, areia grossa que estão entre 1,00mm e 0,500 mm, areia média que estão entre 0,500mm e 0,250mm, areia fina, entre 0,250 mm e 0,125 mm e areia muito fina, entre 0,125mm e 0,062mm. Com as frações das areias separadas, foram pesadas cada fração, logo após separadas em sacos plásticos devidamente identificados.

Figura 10 - Imagens procedimentos de separação do tamanho dos grãos feito no LGGM – UFPE



Fonte: a autora (2024)

O tratamento estatístico das amostras de sedimentos foi realizado pelo Software Sysgran (Camargo, 1999), em que as porcentagens de cada classe textural foram utilizadas para o cálculo dos parâmetros estatísticos, e assim determinar a moda, a média, a assimetria, o desvio padrão e a curtose, e gráficos representativos das características granulométricas do ambiente.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 MORFODINÂMICA PRAIAL

A zona costeira é uma unidade territorial de transição entre os domínios marinho e o terrestre; caracterizada pela deposição dos sedimentos que podem ser distinguidos pelo seu tamanho, forma e composição, esses sedimentos são controlados pelos fatores hidrodinâmicos governantes no ambiente (Nhatsave e Machaeiei, 2020).

O estudo da morfologia do sistema praia-duna constitui uma importante ferramenta para a avaliação da vulnerabilidade costeira à ação de eventos tempestivos, constituindo um indicador estratégico para o manejo e a gestão de ambientes costeiros em processo de erosão marinha (Paula et. al, 2020). As praias e todos os depósitos sedimentares são, em geral, caracterizados por sua extensão, forma, mobilidade, estrutura e granulometria.

Um dos fatores que contribuem para a morfologia e o deslocamento dos sedimentos no perfil praial, são as mudanças no nível da água do mar induzidas pelas marés e corrente que podem determinar a extensão e o grau de erosão de uma praia, principalmente com as tempestades mais frequentes com as mudanças climáticas. Há uma preocupação em torno dos ambientes costeiros e sua preservação.

Outro fator importante, segundo Paula et. al, (2020) é que diante de uma circunstância de urbanização desordenada, ocupações irregulares e de erosão costeira, a ocupação de dunas frontais que interferem nos processos costeiros, deve ser integralmente desencorajada, a fim de evitar um detimento ainda maior para a sociedade e a natureza.

A praia de São José da Coroa Grande, possui uma urbanização acentuada, pela exploração turísticas e por casas de veraneios, além do comércio informal, que se encontram nas regiões da pós-praia e na região do estirâncio (Figura 11). É nesse contexto, que o estudo foi realizado nesta área costeira, e foram realizados 21 perfis topográficos, distribuídos de sul para o norte, em três setores: setor 1, localizado ao sul; setor 2 localizado ao centro e o setor 3, localizado ao norte da área de estudo (Figuras 3, 7 e 8).

Figura 11 - Ocupações nas áreas de estirâncio e pós praia de São José da Coroa Grande.



Fonte: a autora (2023 e 2024)

Na análise do levantamento topográfico, os três setores apresentaram uma variação topográfica relevante em relação a sua localização, ao norte, ao centro e ao sul da área de estudo. Caracterizando-se os perfis por uma variação de altitude entre 0,53 e 4,763 m, com uma extensão entre 14 e 110 m (Tabela 1). As maiores inclinações dos perfis foram observadas ao centro e ao sul da área (setores 2 e 3), com valores de inclinação acima de 12 e 16 graus (Tabela 1), e uma predominância de direção do noroeste para o sudeste (Figura 10). Para as praias situadas na região, onde predomina as planícies costeiras holocênicas, as de São José apresentaram um índice de inclinação alto, bem como, foi observado um redirecionamento do ambiente praial (Tabela 1).

Tabela 1 - Coordenadas dos perfis, altitude máxima inclinação e direção

Setores	Perfis	Em	Nm	Altit. Máx. (m)	Extensão (m)	Inclinação (º)	s
Setor 1	Perfil 1	263318,22	9014101,52	2,11	48,00	11,10	O/L
	Perfil 2	263344,68	9014286,72	2,44	26,00	7,99	O/L
	Perfil 3	263357,38	9014475,99	3,01	56,00	7,22	O/L
	Perfil 4	263393,36	9014672,84	3,29	62,00	6,91	O/L
	Perfil 5	263467,45	9014816,77	1,37	68,00	3,76	NO/SE
	Perfil 6	263535,18	9015024,21	2,64	40,00	6,13	NO/SE
	Perfil 7	263669,50	9015169,02	2,75	30,00	4,75	NO/SE
	Perfil 8	263809,73	9015286,76	2,93	20,00	6,36	NO/SE
Setor 2	Perfil 9	263972,71	9015402,70	3,05	52,00	9,65	NO/SE
	Perfil 10	264128,55	9015509,01	1,96	38,00	9,01	NO/SE
	Perfil 11	264221,16	9015674,38	2,83	60,00	12,90	NO/SE
	Perfil 12	264291,27	9015854,29	2,99	28,00	4,78	NO/SE
	Perfil 13	264301,85	9016052,73	2,95	50,00	9,07	O/L
	Perfil 14	264293,92	9016252,49	3,92	54,00	11,24	O/L
	Perfil 15	264319,05	9016436,38	3,15	36,00	11,74	NO/SE
	Perfil 16	264367,95	9016627,99	0,91	14,00	16,53	NO/SE
Setor 3	Perfil 17	264401,23	9016841,94	2,40	30,00	7,59	NO/SE
	Perfil 18	264424,03	9017093,95	0,91	72,00	10,77	NO/SE
	Perfil 19	264500,23	9017278,10	4,76	110,00	12,24	NO/SE
	Perfil 20	264633,59	9017432,62	2,21	58,00	7,50	NO/SE
	Perfil 21	264725,73	9017623,01	0,53	16,00	8,26	NO/SE

Fonte: a autora (2023)

### 6.1.1. Setor 1

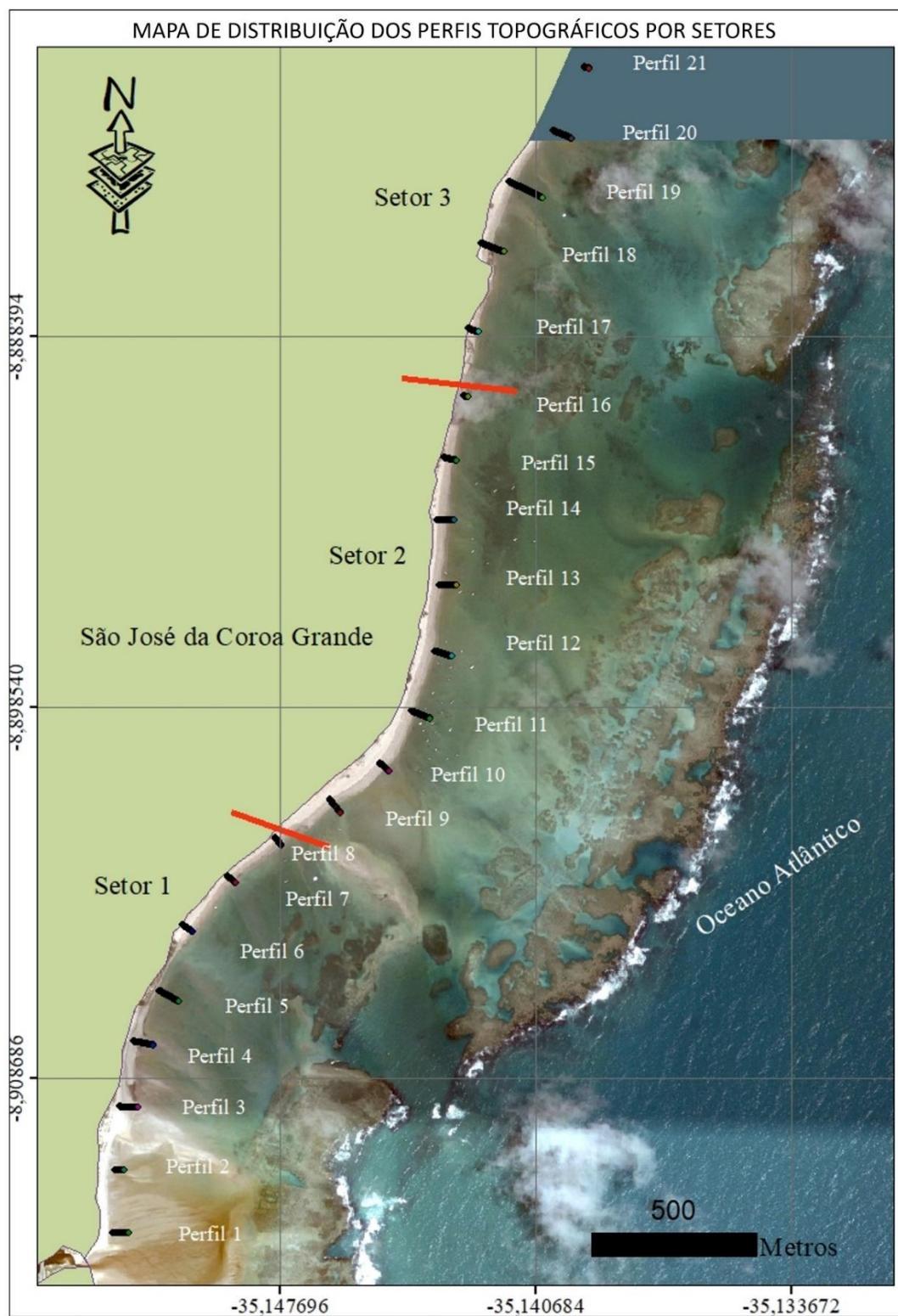
O setor 1 localiza-se ao sul da área de estudo (Figuras 7, 8, 12 e 11), limita-se ao sul com o Estado de Alagoas, através do Rio Persinunga e ao norte com o setor 2. A área ao norte desse setor se localiza em frente a uma abertura da linha de recife de algas calcárias, e possui uma grande extensão de área molhada durante a maré baixa ao sul do setor. Após a região da pós praia apresenta uma vegetação rasteira, porém, essa região é pouco desenvolvida e de largura reduzida (Figura 13). Os perfis topográficos de 1 a 8 estão localizados no setor 1 (Figura 13) e possuem grandes extensões de área molhada, depois da região do estirâncio em direção offshore (Figura 12)

Figura 12 – Setor 1, localizado ao sul da praia de São José da Coroa Grande.



Fonte: a autora (2023 e 2024)

Figura 13 – Mapa de distribuição dos 21 Perfis por setores, 1, 2 e 3



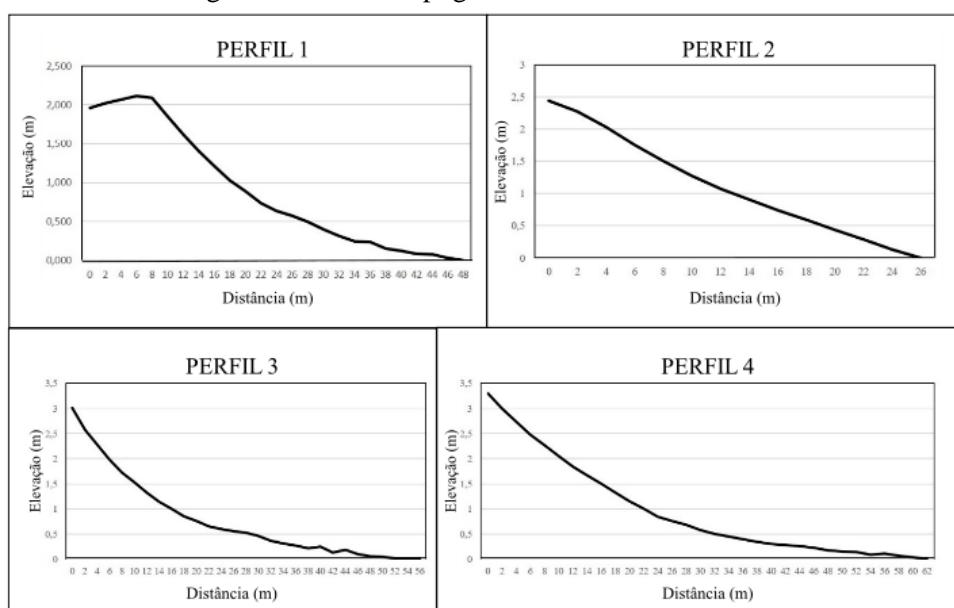
SISTEMA DE COORDENADAS - PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR – UTM  
DATUM SIRGAS 2000 25S

Fonte: Google Pró, 2006 - Elaborado pela autora (2024)

Nos perfis de 1 a 4 (Figura 14), apresentaram uma variação de altitude entre 2,1 e 3,0 e um comprimento entre 26 e 62 m, sendo que o perfil 2 e o perfil 4 tiveram uma menor e maior extensão respectivamente (Tabela 1). Foi observado nos perfis uma variação de 3,7 e 11 graus de inclinação correspondendo aos perfis 5 e 1 respectivamente. Em relação ao direcionamento do grupo de perfis do setor 1, esses apresentaram duas direções distintas, do perfil 1 ao perfil 4, de oeste para o leste e do perfil 5 ao perfil 8 um redirecionamento do ambiente praial de noroeste para o sudeste, representando assim, que pode estar relacionado a mudanças das correntes litorâneas.

Do grupo de perfis do 1 ao 4, a forma predominante observada, foi uma topografia de forma convexa, representando em sua maioria a retirada de sedimentos na região do estirâncio, porém no perfil 2 foi observado uma forma mais retilínea, mas representando assim um rebaixamento desse perfil. O perfil 1, apresentou uma maior proeminência, com acúmulo de sedimentos no estirâncio superior e na região da pós praia, onde se observa uma deposição sedimentar nessas regiões. As regiões do estirâncio médio e inferior se encontra um rebaixamento acentuado no perfil, provavelmente houve uma transferência de sedimentos dessas duas sub-regiões para a área mais superior do perfil, indicando assim que a morfodinâmica do perfil, não corresponde a uma característica comum na literatura específica encontrada, onde essa deposição na parte superior do perfil geralmente ocorre durante o período seco. O perfil possui a maior inclinação observada nesse grupo no valor de 11 graus (Tabela 1).

Figura 14 – Perfis topográficos 1, 2, 3 e 4 do setor 1



Fonte: a autora (2023)

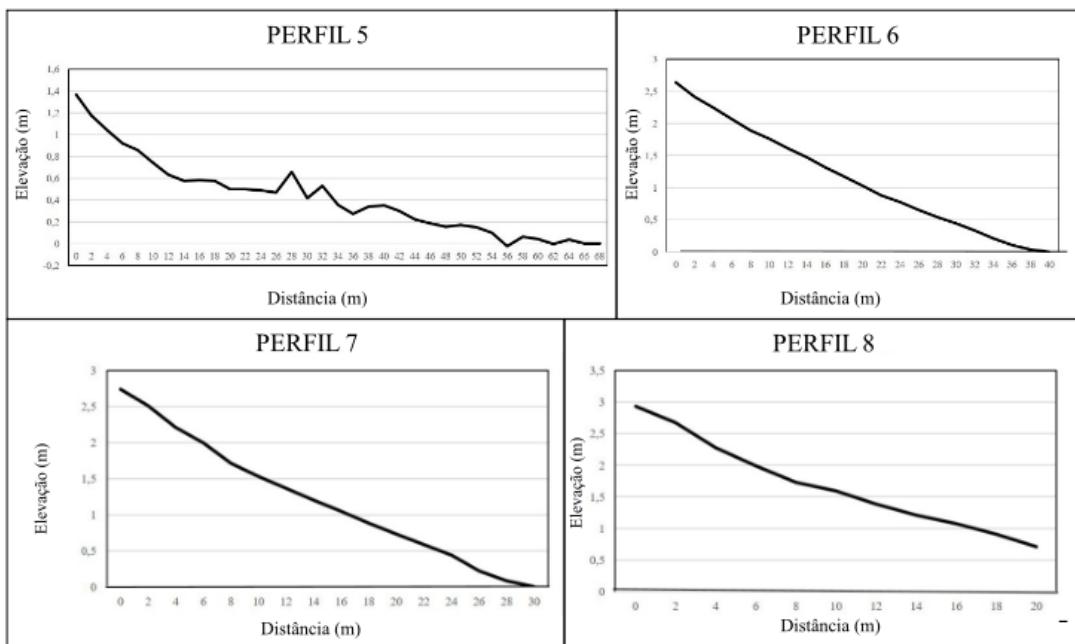
O perfil 2, por possuir uma morfologia mais aplainada do que o perfil 1, não houve a mesma dinâmica sedimentar no ambiente praial, representando assim, uma retirada de sedimentos para a plataforma continental interna ou deslocamento dos mesmos pelas correntes litorâneas ao longo da costa. Porém, o perfil 1, se localiza mais próximo a desembocadura do rio Pessinunga, e pode ter influenciado tanto na deposição dos sedimentos, bem como, no redirecionamento das correntes litorâneas, devido a um maior volume cúbico de água originado do continente durante a estação chuvosa.

Para Grossmann et. al. (2024) a magnitude e a evolução transversal da rede de carga terrestre relacionada com a assimetria das ondas e do transporte offshore líquido suspenso mudam e as magnitudes relativas dos componentes de transporte e a forma como eles se deslocaram um em relação ao outro e causam a recuperação da praia. Dally et. al. (1984) descrevem que os perfis normais são monotônicos e côncavos para cima, enquanto os perfis de tempestade contêm uma ou mais barras e responde a mudanças no nível da água devido a marés, tempestades ou flutuações de longo prazo.

Os perfis 3 e 4 (Figura 14), possuem processos dinâmicos semelhantes, com a retirada de sedimentos em toda a região do estirâncio, apresentando uma morfologia rebaixada por processos erosivos, principalmente no estirâncio inferior e médio, com inclinações entre, 6, 91 e 7,22 graus. Esses perfis, bem como, os perfis analisados acima apresentaram inclinações com valores altos, não representando assim, a morfologia das praias dissipativas que possuem baixo valor de inclinação em suas topografias (Tabela 1).

Os perfis de 5 a 8 (Figuras 15) apresentaram uma variação de altitude entre 1,37 e 3,0 m, e na extensão do comprimento dos perfis, houve variação entre 20 e 68 m, sendo que, o perfil 5 e o perfil 8, tiveram uma maior e menor extensão respectivamente. Esse grupo de perfis se encontram localizados mais ao norte do setor 1. Nos perfis do 5 ao 8, a morfologia predominante observada, foi uma forma mais retilínea, não sendo observado uma grande retirada de sedimentos nas regiões do estirâncio inferior e médio, apresentando uma morfologia semelhante entre si.

Figura 15 – Perfis topográficos 5, 6, 7 e 8



Fonte: a autora (2023)

No perfil 5, se observa uma pequena deposição de sedimentos no estirâncio médio e inferior, representado por pequenos acúmulos, de sedimentos, com pequenas protuberâncias ao longo do perfil, que representam altitudes maiores em relação às áreas adjacentes (Figura 15). As maiores inclinações nesse grupo de perfil foram observadas nos perfis 6 e 8, com valores de 6,13 e 6,36 respectivamente (Tabela 1 e Figura 15). Os perfis observados ao sul do setor apresentaram um redirecionamento no ambiente praial, apresentando um pequeno rotacionamento dos perfis na direção de noroeste para o sudeste, bem como, os mesmos, se encontram defronte a uma linha de recifes de algas calcárias (Figura 13).

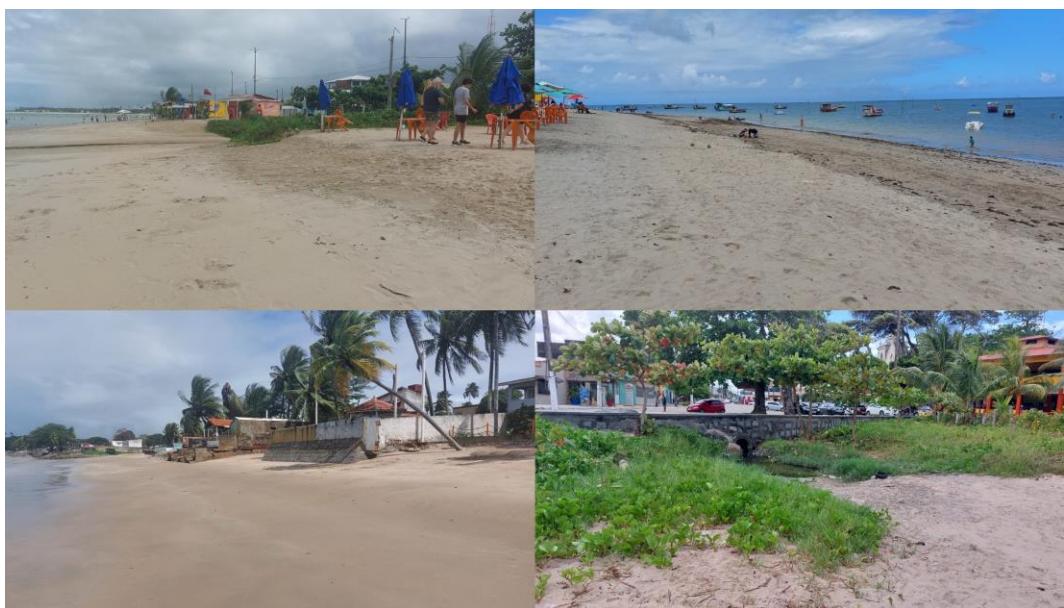
Nos perfis de 5 a 8, não foi observado grandes extensões no comprimento dos perfis, apresentando uma variação entre 20 e 68 metros, com as menores extensões nos perfis 8 e 7 (20 e 30 m), sendo o mais longo o perfil 5, com 68 m (Tabela 1, Figura 15). Apesar, desses perfis possuírem uma morfologia como pouca indicação de processos erosivos, na região do estirâncio, eles não representam perfis bem desenvolvidos, devido a sua pequena extensão, para terem todas as regiões bem desenvolvidas, principalmente no estirâncio e na pós-praia com maiores extensões ao longo de sua morfologia, apesar de se localizarem próximos às construções recifais (Figura 13).

### 6.1.2. Setor 2

O setor 2 localiza-se ao centro do arco praial de São José da Coroa Grande (Figuras 7, 8 e 13), e se encontra totalmente em frente a uma linha de construção recifal. Por ser um trecho que se encontra no centro do município de São José da Coroa Grande, apresenta uma grande ocupação urbana, onde se observa uma maior ocupação de estruturas antrópicas, em sua pós-praia (Figura 16), representadas por calçadas e construções irregulares com estruturas precárias. Esse setor também apresenta piscinas naturais bastante requisitadas pela população local e pelo turismo.

Os Perfis do 9 ao 16 estão localizados no setor 2, porção central da praia de São José da Coroa Grande. Esses perfis apresentaram uma extensão em seus perfis de 14 a 60 m, formando dois grupos de perfis, ao longo do seu arco praial, com perfis longos e perfis mais curtos, sem uma sequência contínua, alternando-se entre si (Tabela 1 e Figura 13).

Figura 16 – Características do setor 2, região central da praia de São José da Coroa Grande



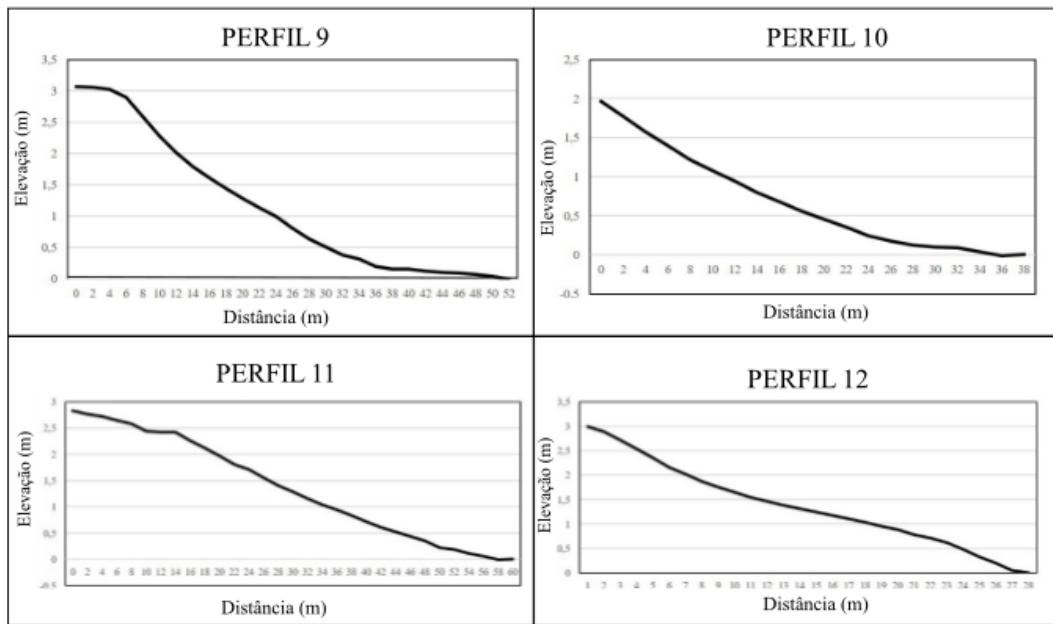
Fonte: a autora (2023 e 2024)

Os perfis de 9 a 12 (Figura 16) apresentaram uma variação de altitude entre 2,0 e 3,0 m, e extensões em seus comprimentos entre 28 e 60 m (Tabela 1 e Figura 17). Foi observado uma variação na morfologia desse grupo, apresentando acúmulo e retirada de sedimentos ao longo dos perfis. Os perfis 9 e 10 têm em suas morfologias, a retirada de sedimentos nas regiões do estirâncio inferior e médio, apesar de se localizarem próximo a uma linha de recife. Entretanto, o perfil 9 apresentou uma maior proeminência na região da pós-praia e no estirâncio superior. Ambos os perfis apresentam uma morfologia

convexa, representando a retirada de sedimentos e processos erosivos, na região do estirâncio inferior do perfil.

Em relação ao comprimento dos perfis, esses variaram entre 28 e 60 m, (Figura 17 e Tabela 1). Do grupo de perfis do 9 ao 12, foi observado que, a forma mais predominante foi a forma convexa, visto que o perfil 9 possui essa forma mais acentuada provocada pela erosão, na região do estirâncio médio e inferior do perfil.

Figura 17 – Perfis topográficos 9, 10, 11 e 12



Fonte: a autora (2023)

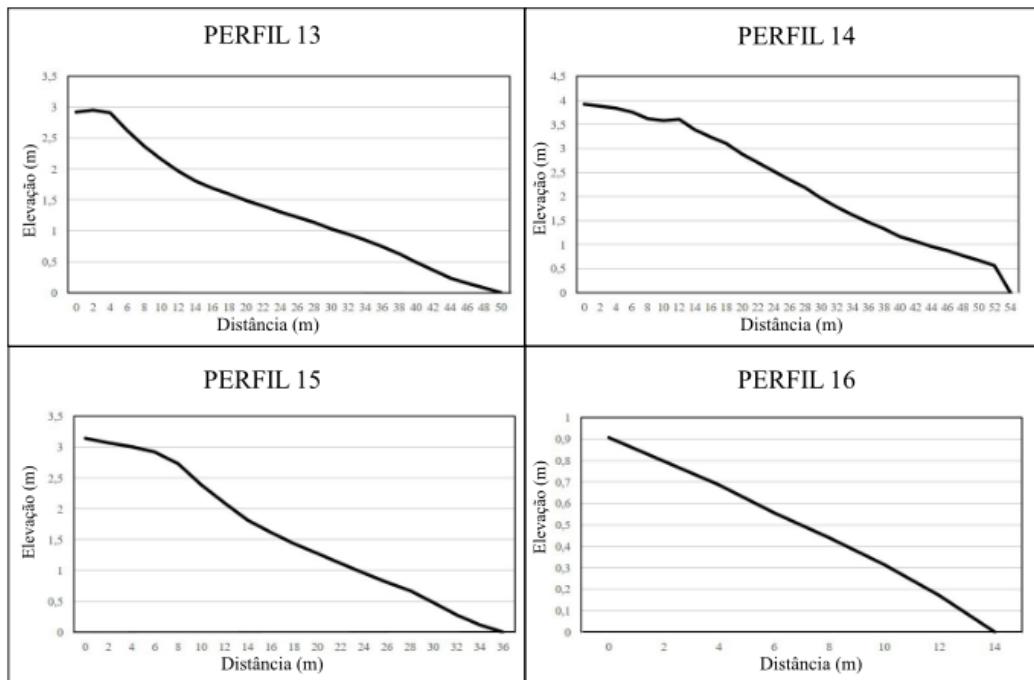
Os perfis 11 e 12 apresentaram em suas morfologias, perfis com características de deposição sedimentar, principalmente na região do estirâncio superior, mesmo sendo o perfil 12, de curta extensão (Tabela 1 e Figura 17), apresentando um comprimento de apenas 28 metros. Apesar de não apresentar um processo erosivo, o seu comprimento indica que não há um desenvolvimento das regiões do estirâncio e na região da pós-praia, provavelmente devido às construções antrópicas encontradas neste setor. Os perfis acima citados possuem um direcionamento do ambiente praial de noroeste para o sudeste, apresentando uma continuidade de redirecionamento dos perfis localizados ao sul do setor 1 (Tabela 1 e Figura 13). As inclinações observadas nesse grupo de perfis têm uma predominância de valores altos, entre 9 e 12 graus, sendo apenas o perfil 12, o valor de 4,78 graus de inclinação.

Os perfis topográficos de 13 a 16 (Figura 18), apresentaram uma altitude variada entre 0,9 e 4,0 m, sendo que os perfis 13, 14 e 15, apresentaram uma proeminência maior

em sua morfologia na região da pós-praia e no estirâncio superior. Em relação ao comprimento dos perfis, esses variaram entre 14 a 54 metros, sendo que o perfil 14 teve uma maior extensão (54 m) e o perfil 16 com uma extensão menor (14 m). Desse grupo de perfis (Tabela 1 e Figura 18), a forma observada predominante foi a côncava. Sendo assim, houve deposição sedimentar desde o estirâncio inferior às regiões superiores do perfil, estirâncio médio e pós praia.

As praias exibem diferentes padrões de remoção de sedimentos em função do grau de sua curvatura; em praias altamente curvas, há uma zona de sombra bem desenvolvida e uma variedade de condições morfodinâmicas, desde uma praia protegida de baixa energia adjacente ao promontório até uma praia exposta de alta energia na extremidade reta da praia da baía do promontório, as praias menos curvas, por sua vez, tendem a mostrar um comportamento mais uniforme, uma vez que estão diretamente expostas a ondas incidentes (Klein, 2010).

Figura 18 – Perfis topográficos 13, 14, 15 e 16



Fonte: a autora (2023)

Do grupo de perfis do 13 ao 16, se localizam ao norte do setor 2, sendo observado também a linha de recife que acompanha este setor. Entretanto apesar da presença da linha de recife, se observa perfis de pouca extensão, como por exemplo o perfil 16, de apenas 14 metros e com uma alta inclinação, no valor de 16 graus. São perfis em média curtos, deposicionais, e com alta inclinação no ambiente praial, que variaram de 9,07 a

16,53 graus. Esse grupo de perfis apresentaram dois direcionamentos, de oeste para o leste e como os demais já citados de noroeste para o sudeste, apesar de se encontrarem em uma área protegida por recifes, provavelmente recebem uma grande influência das correntes litorâneas, para rotacionarem o seu direcionamento, tendenciando o desenvolvimento e o não desenvolvimento dos perfis praiais.

As praias de São Jose da Coroa Grande, possuem alto gradiente com valores de 9,7 a 16,53, como, no setor 2 e as praias estudadas possuem em seu ambiente uma linha de recifes algálicos. Gallop (2020), relata que as praias geologicamente controladas podem ter variações significativas na cobertura de sedimentos com as estações e tempestades, e os controles geológicos têm influência em sua morfodinâmica contemporânea. Para o mesmo autor, as praias com controle geológicos, incluem sombreamento de ondas por promontórios e formações rochosas/corais, induzindo fortes gradientes ao longo da costa, resultando em variações correspondentes no estado morfodinâmico da praia, bem como, correntes induzidas geologicamente.

### **6.1.3 Setor 3**

O setor 3, representa a região ao norte da praia São José da Coroa Grande (Figuras 7, 8, e 13), e se encontra também em frente a uma linha de construção recifal, com uma pequena abertura entre duas linhas de recife. Apesar de não se localizar no centro de São José, possui uma área bastante urbanizada, principalmente, por casas de veraneios. No pós-praia nota-se uma grande quantidade de construções de proteção. Os Perfis de 17 a 21 estão localizados na porção norte da área de estudo. Esse trecho apresenta ocupação antrópica na pós-praia e no estirâncio com estabelecimentos comerciais, é possível notar as várias interferências através de construções de contenção da erosão costeira (Figura 19).

Figura 19 – Setor 3 da praia de São José da Coroa Grande

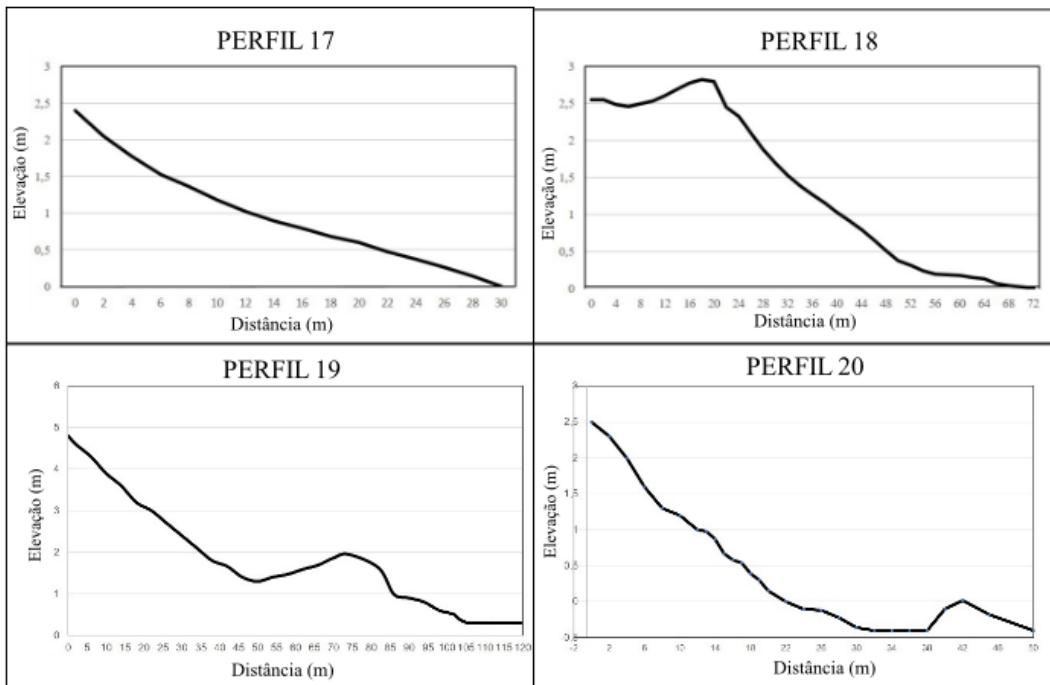


Fonte: a autora (2023 e 2024)

Os perfis 17 a 21 (Figura 20) apresentaram altitudes variadas entre 2,5 e 5,0 metros. Em relação ao comprimento dos perfis, nesses foram observados valores de 16 a 110 metros, em que o perfil 19 possui a maior extensão, e o perfil 21 a menor. No grupo de perfis do setor 3 foi observado topografias variadas em sua morfologia, onde se encontram tanto perfis com características sedimentares deposicionais, quanto, perfis que apresentaram processos erosivos, com a retirada de sedimentos ao longo do perfil. Entre os setores analisados, no setor 3 se constata as maiores variações na morfologia.

Dentre os perfis do setor 3, foi observado uma maior estabilidade ao longo das regiões do estirâncio, e uma forma levemente retilínea no perfil 17, sem grandes protuberâncias de deposição sedimentar, bem como sem a retirada de sedimentos ao longo de sua extensão, apresentando, porém, um leve rebaixamento do perfil na região do estirâncio inferior. Apesar que, esse perfil apresentou uma semelhança com os perfis observados no setor 2, possuindo uma pequena extensão em seu comprimento, no valor de 30 metros (Tabela 1 e Figura 20).

Figura 20 – Perfis topográficos 17, 18, 19 e 20

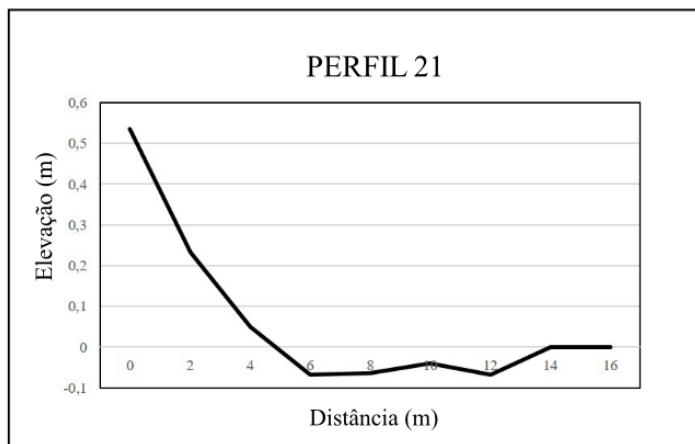


Fonte: a autora (2023)

Dos perfis 18 ao perfil 21, esses apresentaram uma grande variação em suas morfologias, sendo observado no perfil 18 desde a região do estirâncio inferior às regiões do estirâncio médio e superior, a região da pós-praia, um processo de deposição, bem como, a retirada de sedimentos no mesmo perfil. A sub-região estirâncio superior e a região da pós-praia foi constatado uma proeminência indicando uma grande deposição sedimentar, faz-se perceber a sua forma convexa no estirâncio inferior do perfil, essa área tem uma topografia erosiva, provavelmente os sedimentos foram transferidos do estirâncio inferior para a região superior do perfil, o que normalmente não ocorre durante o período chuvoso (Figura 20).

Em relação aos perfis 19, 20 e 21, constata-se semelhanças em suas morfologias (Figura 20), nesses perfis pode-se observar a instalação de processos erosivos, com a retirada de sedimentos ao longo dos perfis, principalmente na região do estirâncio inferior e médio. Esse grupo de perfis, localizados no setor 3, ao norte da área de estudo, aparentemente pela sequência da topografia, a formar um canal entre as regiões do estirâncio inferior e médio e a região do estirâncio superior mostrando um grande rebaixamento nas regiões anteriormente citadas. São perfis totalmente convexos, com grandes perdas de sedimentos e processos erosivos instalados (Figuras 20 e 21).

Figura 21 – perfil 21



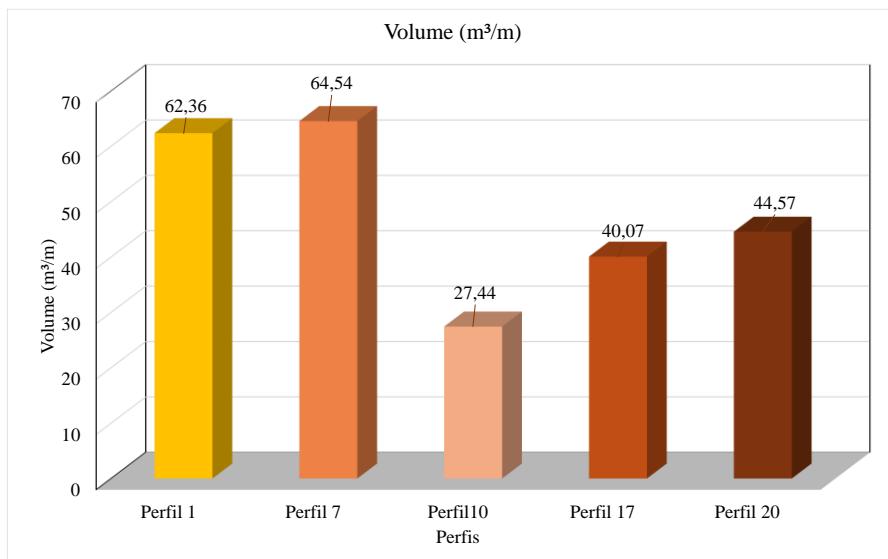
Fonte: a autora (2023)

Os perfis do grupo do setor 3 apresentaram inclinação entre os valores de 7,5 à 12,24 graus, sendo maiores os valores observados nos perfis 18 e 19 (Tabela 1), respectivamente de 10,17 e 12,24 graus. A direção desses perfis foi observada predominantemente de noroeste para o sudeste. Observa-se entre os perfis analisados que, não há uma relação entre o processo erosivo ou deposicional e o redirecionamento do ambiente praial, provavelmente pode estar relacionada a energia e a modificação de correntes e ondas, e a posição dos recifes, interferindo na deposição ou na retirada dos sedimentos sobre os perfis.

## 6.2 VOLUME

Para fins de comparação foram realizados o cálculo volumétrico dos perfis, 1, 7, 10, 17 e o perfil 20, conforme a Figura 22. A representatividade e a localização desses perfis se encontram na Tabela 1 e na Figura 11. As análises comparativas foram realizadas através do levantamento de São Jose da Coroa Grande, realizado por Barreto (2014), durante o período de agosto de 2011 a julho de 2012.

Figura 22 – Resultado do cálculo volumétrico dos perfis: 1, 7, 10, 17 e 20.



Fonte: a autora (2023)

O perfil 1 corresponde ao perfil 1 do monitoramento 2011/2012, localizado ao sul da área de estudo. O perfil 1 apresentou na análise morfológica uma deposição sedimentar, com acúmulo de sedimentos no estirâncio superior e na região da pós-praia, e possui uma extensão de 48 metros. Foi observado em estudo realizado entre 2011 e 2012, que o perfil 1 apresentou uma extensão entre 90 a 120 metros, um estirâncio extenso e íngreme, e uma inclinação média de 7 graus. No presente estudo a extensão da região do estirâncio não tem a mesma representatividade, ocorrendo um valor bem menor, mas a extensa área de praia molhada, a qual não foi considerada, como região pertencente ao estirâncio, mas uma extensa planície, para se ter o contato com a linha d'água. Em relação ao volume, o valor atual ficou mais próximos aos valores observados nos meses de março, maio, junho e julho de 2012, com valores entre 54,91 e 86,125  $m^3/m$ , correspondendo aos maiores volumes do perfil, significando assim, que o perfil 1, tem um histórico deposicional durante a estação chuvosa. Foi observado nesse perfil um balanço sedimentar positivo, porém com uma movimentação em sua morfologia na região do estirâncio. Para o período atual o valor do volume sedimentar foi de 62,36  $m^3/m$  (Figura 22), desconsiderando a extensão do perfil, representaria um balanço sedimentar negativo, para o atual período (Tabela 2).

Tabela 2 - Variação do volume sedimentar dos anos de 2012 e 2023 dos perfis 1, 7, 10, 17 e 20

VOLUME (m <sup>3</sup> /m)	Volume (m <sup>3</sup> /m) Março/2012 (V1)	Volume (m <sup>3</sup> /m) Março/2023 (V2)	V2 - V1=	Deposição/erosão
Perfil 1	81,10	62,36	-18,74	Erosão
Perfil 7	40,28	64,54	24,26	Deposição
Perfil 10	40,80	27,44	-13,36	Erosão
Perfil 17	16,20	40,07	23,87	Deposição
Perfil 20	62,97	44,57	-18,40	Erosão

Fonte: a autora (2024)

O perfil 7, se localiza também no setor 1 e corresponde ao perfil 2 do levantamento realizado durante o período de 2011 a 2012 por Barreto (2014). O perfil 7 apresentou uma extensão de 30 metros, uma altitude máxima de 2,75 m e uma inclinação de 4,75°. Foi observado nesse perfil uma forma retilínea, sem grandes variações em sua morfologia, apesar de possuir uma pequena extensão, o perfil não apresentou características de processo erosivo no ambiente, demonstrando as regiões do estirâncio inferior e superior sem indícios de retirada ou transferência de sedimentos entre os ambientes citados. No estudo realizado entre 2011 e 2012 a extensão do perfil variou de 60 a 90 m. Sendo observado no perfil 7, um estirâncio extenso e íngreme, com declividade média de 10 graus, e uma pós-praia reduzida, provavelmente essa diferença pode estar relacionada a área molhada, que não foi considerada como estirâncio, devido à grande extensão para o contato com a linha d'água, no presente estudo. Para o período atual o volume sedimentar no mês de março de 2012 mostrou o valor de 40,28 m<sup>3</sup>/m, com um balanço sedimentar positivo, sendo que valor atual corresponde a 64,54 m<sup>3</sup>/m, mostrando assim, deposição de sedimento neste perfil (Tabela 2).

O perfil 10, corresponde ao perfil 3 do levantamento realizado durante o período de 2011 a 2012, localizado no setor 2. Esse perfil na pesquisa atual, apresentou uma baixa altitude no valor de 1,96 metros, uma extensão de 38 metros, porém com uma inclinação de 9,01 graus. Teve em sua morfologia a retirada de sedimentos nas regiões do estirâncio inferior e médio, apesar de se localizar próximo a uma linha de recifes, apresentando uma morfologia convexa. Para o estudo anterior esse perfil demonstrou a faixa do estirâncio entre 60 a 120 m. A inclinação do perfil foi entre 6 e 8 graus, sendo próximo ao valor atual, porém esse perfil apresentou no levantamento atual uma extensão bem menor, que ao valor observado entre 2011 e 2012. No perfil 3, também foi observado um balanço sedimentar negativo, de 2011 a 2012, no qual o volume sedimentar no mês de março/2012

demonstrou o valor de 40,80 m/m<sup>3</sup>, sendo que no período de março/2023, o volume calculado foi de 27,44 m/m<sup>3</sup> (Figura 22), mostrando um balanço sedimentar negativo, com uma diferença de -13,36 m/m<sup>3</sup> (Tabela 2), evidenciando erosão no perfil.

O perfil 17, corresponde ao perfil 5, localizado no setor 3, ao norte da área de estudo, foi observado nesse perfil uma forma levemente retilínea, não apresentou um indicativo de deposição ou retirada de sedimentos ao longo do perfil. Mas, um leve rebaixamento na região do estirâncio inferior do perfil. Corresponde a um perfil com pouca extensão, com 30 metros de comprimento, uma altitude máxima de 2,40 m, e sua inclinação no valor de 7,9 graus. Para o estudo de 2011 a 2012, esse perfil apresentou uma variação em seu comprimento do estirâncio entre 40 e 70 metros. Foi observado para esse perfil a presença de obras de contenção erosiva. Seu volume sedimentar variou entre 15 e 34 m<sup>3</sup>/m, e um balanço sedimentar para o período monitorado apresentou um resultado negativo. A sua morfologia teve uma maior movimentação de deposição e retirada de sedimentos ao longo nas regiões do estirâncio e na antepraia. Para o monitoramento atual, o perfil apresentou um volume de 40,07 m<sup>3</sup>/m (Figura 22), mostrando valor positivo para o balanço sedimentar (23,87 m/m<sup>3</sup>) em comparação ao mesmo período de 2012 (Tabela 2), porém tem-se que levar em consideração a extensão do perfil, que nesse estudo corresponde a um valor bem menor em relação ao monitoramento anterior, sendo da mesma forma observado processo erosivo no setor norte da praia.

O perfil 20, corresponde para o monitoramento de 2011 a 2012, ao perfil 6, localizado ao sul da área de estudo, no setor 3. O perfil 20 apresentou uma altitude máxima de 2,21 metros, 58 metros de comprimento e 7,5 graus de inclinação, com um volume sedimentar de 44,57 m<sup>3</sup>/m (Figura 22). Nesse perfil pode-se observar pela sua morfologia um processo erosivo em todo o perfil, principalmente na região do estirâncio inferior. O perfil 20 faz parte de um grupo de perfis que possui uma forma convexa, localizado no setor 3, com as mesmas características erosivas, que se faz perceber de forma contínua no ambiente praial a formar um canal nas regiões do estirâncio inferior e médio. No monitoramento de 2011 a 2012, o perfil 6 teve uma variação no volume de sedimentos entre 41,322 a 68,405 m<sup>3</sup>/m, uma extensão que variou entre 50 a 90 m, com inclinação média de 5° a 8°. Na sua variação morfológica observado durante o monitoramento, o perfil apresentava a região do estirâncio com processo erosivo para o período de 2011 a 2012, apontou uma reduzida variação em sua morfologia, com um

perfil muito rebaixado, sem acréscimo de sedimento. Durante o monitoramento citado o perfil perdeu sedimentos em setembro de 2011 e continuou, a partir de dezembro do mesmo ano, e no final do monitoramento obteve um valor de 50,327 m<sup>3</sup>/m. Teria sido muito necessário, ter dado continuidade ao monitoramento, principalmente no setor 3. Em comparação aos meses de março/2012 e março/2023, a variação de volume sedimentar indicou um balanço negativo, com um déficit de -18,40 m/m<sup>3</sup> (Tabela 2), indicando assim, erosão no perfil.

A erosão costeira devido ao aquecimento global e à subida do nível do mar representa maiores desafios e riscos para as comunidades costeiras. Diante desses fatos, Gong et. al. (2024), afirma que devemos melhorar a capacidade de prevenção e mitigação de desastres costeiros. Para Manso et al. (2018), dentre os fatores continentais, as modificações da drenagem fluvial (construção de barragens e desvio de água para o consumo humano) têm diminuído a intensidade do fluxo fluvial e o aporte de sedimentos arenosos para a região das desembocaduras. Soluções baseadas na natureza na zona costeira, como o cultivo de ervas marinhas, são cada vez mais consideradas como uma abordagem natural que não depende de uma forte proteção contra as ondas e proporciona um amplo habitat para mitigar os efeitos adversos da erosão costeira (Gong et. al., 2024). Para o mesmo autor, a vegetação apresenta diferenças tanto nas características geométricas, como no comprimento de distribuição, quando comparada com quebra-mares submersos. As florestas de mangais, por exemplo, verificaram o seu papel na resistência às ondas e na redução da erosão sobre as praias. Gong et. al. (2024) descreve que experimentos de calha de laboratório foram conduzidos para investigar o efeito da vegetação flexível submersa na atenuação regular das ondas e nos perfis transversais da costa na praia plana artificial sob condições hidráulicas variadas.

### 6.3 PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS

A análise da distribuição granulométrica tem sido amplamente utilizada para classificar ambientes sedimentares e elucidar os princípios da dinâmica de transporte necessários para a formulação de um Programa de Gerenciamento eficaz da erosão costeira (Nhatsave e Machaieie, 2021).

Os sedimentos correspondem a um conjunto de partículas ou grãos que estão no ambiente de forma inconsolidadas, se originam de diferentes fontes, como marinha e/ou

terrestre e estão condicionados à processos de erosão, transporte e deposição, de diferentes naturezas, como os processos químicos e/ou mineralógicos.

Friedman (1967) afirma que os parâmetros texturais refletem o modo e a intensidade do agente de transporte. Dessa forma, a compreensão do significado dos parâmetros estatísticos dos sedimentos é fundamental nos estudos de ambientes sedimentares.

A granulometria dos sedimentos, segundo a classificação de Wentworth (1922) foram classificadas de acordo com o tamanho do grão, e são divididas: cascalho (-1 φ), areia muito grossa (-1 a 0 φ), areia grossa (0 a 1 φ), areia média (1 a 2 φ), areia fina (2 a 3 φ), areia muito fina (3 a 4 φ) e a lama (4 a 5φ). O tamanho do grão depende da natureza do material envolvido, do tempo e da distância e energia do transporte.

Segundo Muehe (2018), os valores expressos em Phi ( $\phi$ ) correspondem ao logaritmo negativo de base 2 do valor em milímetro ( $\log_{2}mm$ ), o que transforma uma progressão geométrica numa progressão aritmética, assim, as areias ficam num intervalo subdivididos em intervalos inteiros, entre as diversas classes de texturas (areia grossa, média, fina e muito fina) com o valor em Phi ( $\phi$ ) aumentando conforme a diminuição do tamanho do grão, e facilita a identificação dos diferentes ambientes de deposição.

Para a praia de São José da Coroa Grande foi observado uma variação granulométrica de areia fina à areia média (no intervalo -1 a 2 φ), para ambos os períodos seco e chuvoso, correspondendo ao tamanho médio do grão entre 0,05 a 0,125 mm.

Os resultados da análise granulométrica por setores e regiões do estirâncio se encontram representados na Tabela 3 e nas Figuras de 23 a 29. Foi observado uma distribuição de areia fina em todas as regiões do estirâncio durante o período seco, e no período chuvoso demonstrou areia média para o estirâncio inferior, com o diâmetro do grão em um intervalo maior (Tabela 3 e Figuras 23 e 24).

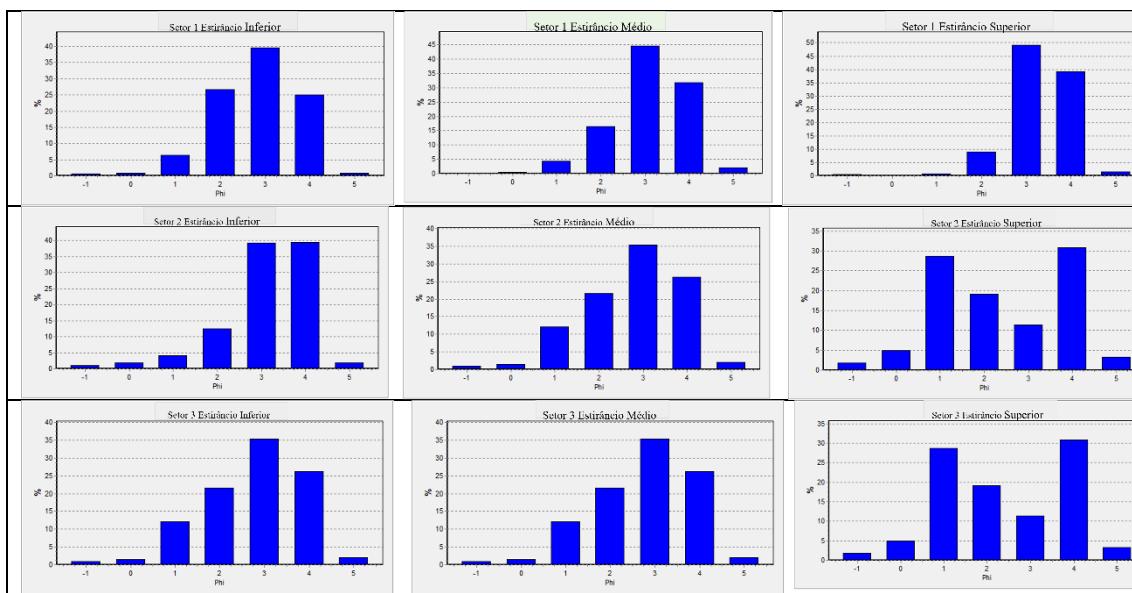
Tabela 3 – Resultados granulométricos das amostras de sedimentos por setores 1, 2 e 3, nos períodos seco e chuvoso.

Amostras	Estação Seca					Estação Chuvosa				
	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose		
Setor 1 Inferior	Areia fina	Pob. Selec. Aprox.	Simét.	Mesocúrtica	Areia média	Pob. Selec.	Positiva	Platicúrtica		
Setor 1 Médio	Areia fina	Mod.. Selec	Aprox.	Simét.	Mesocúrtica	Mod.. Selec.	Aprox.	Simét.	Leptocúrtica	
Setor 1 Superior	Areia fina	Mod.. Selec	Aprox.	Simét.	Mesocúrtica	Areia fina	Mod.. Selec.	Negativa	Platicúrtica	
Setor 2 Inferior	Areia fina	Mod.. Selec	Negativa		Mesocúrtica	Areia fina	Pob. Selec.	Muito negat.	Mesocúrtica	
Setor 2 Médio	Areia fina	Pob. Selec.	Negativa		Mesocúrtica	Areia média	Pob.. Selec.	Aprox.	Simét.	
Setor 2 Superior	Areia média			Aprox.	Simét.	Muito platic.	Areia fina	Mod.. Selec.	Aprox.	Leptocúrtica
Setor 3 Inferior	Areia fina	Mod.. Selec	Negativa		Mesocúrtica	Areia fina	Mod.. Selec.	Aprox.	Simét.	Mesocúrtica
Setor 3 Médio	Areia fina	Pob. Selec.	Negativa		Mesocúrtica	Areia fina	Mod.. Selec.	Negativa		Leptocúrtica
Setor 3 Superior	Areia média	Pob. Selec.	Aprox.	Simét.	Muito platic.	Areia média	Mod.. Selec.	Positiva		Platicúrtica

Fonte: a autora, 2024

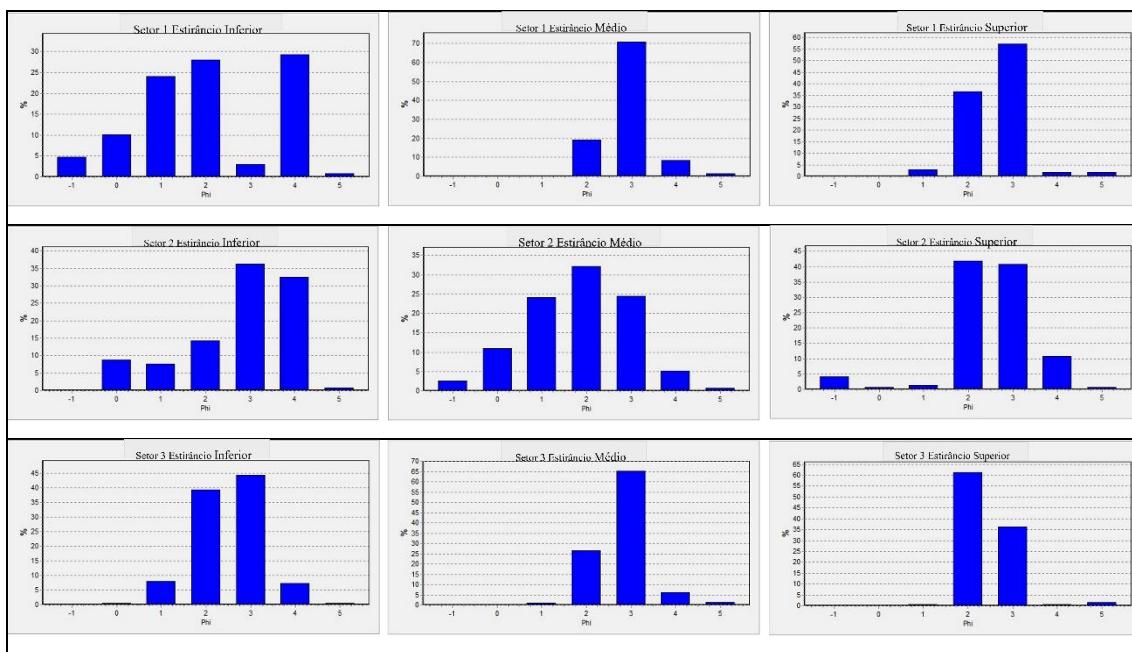
Para o setor 2, os grãos foram classificados de areia fina à média, sendo observado apenas areia média no estirâncio superior no período seco, e em relação ao período chuvoso, foi observado a classificação de areia fina à média, entretanto a classificação de areia média foi observada no estirâncio médio (Tabela 3 e Figuras 23 e 24). No setor 3, manteve-se a distribuição no tamanho dos grãos, porém, a ordem de classificação foi igual para os períodos chuvosos e secos, com areia média no estirâncio superior (Tabela 3 e Figuras 23 e 24).

Figura 23 - Resultados granulométricos dos Setor 1, 2 e 3 no período seco.



Fonte: a autora (2024)

Figura 24 - Resultados granulométricos dos Setor 1, 2 e 3 no período chuvoso.



Fonte: a autora (2024)

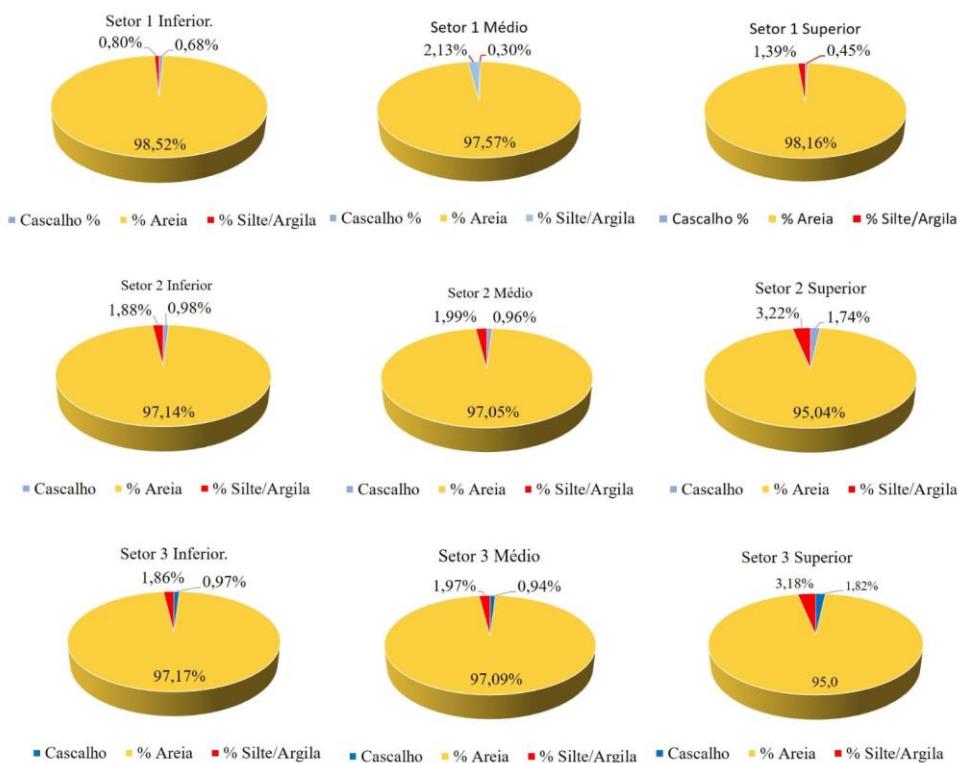
Em relação ao percentual de incidência do tamanho médio dos grãos para os setores 1, 2 e 3 estão representados na Figuras 25 e 26. Em todos os setores foi observado uma maior incidência do tamanho areia na região inferior, médio e superior do estirâncio (Figura 25 e 26) durante os períodos seco e chuvoso. Durante o período seco observa-se um percentual entre 95,0% e 98,52%, para o período chuvoso uma variação de 95,03 a 99,48%. Apresentando uma predominância do tamanho areia em relação as demais classificações, bem como, um maior percentual durante o período chuvoso (Figuras 25 e 26). Para ambos os períodos chuvoso e seco, o tamanho do grão foi classificado como cascalho e silte/argila, tiveram pouca representatividade. No período seco foi observado um maior valor de cascalho (1,82%) no estirâncio superior do setor 3 e as frações silte/argila obteve o maior valor na região do estirâncio superior no setor 2 (3,22%). Em relação ao período chuvoso, os tamanhos cascalho apresentou um maior percentual no estirâncio inferior do setor 1 (4,2%), e a fração silte/argila, estirâncio inferior, no setor 2 (0,75%) e praticamente imperceptível em algumas amostras (Figuras 25 e 26).

Essa maior incidência da fração silte/argila no setor 2, pode estar provavelmente relacionada a presença de recifes na parte central da área do estudo, não permitindo que as ondas incidam diretamente sobre a face da praia, permitindo assim um maior percentual de silte e argila nessa região. Bem como, essa maior incidência do tamanho cascalho no estirâncio inferior do setor está relacionada a proximidade da desembocadura

do rio Persinunga e a presença das correntes litorâneas, que ocorrem com uma maior frequência de sul para o norte. Davis Jr e Fitz Gerald (2008) descreve que sedimentos finos (lama) possui a tendência de se acumular em ambientes de energia baixa de ondas, enquanto os sedimentos de tamanho areia possuem a tendência de acumular-se em ambientes de alta energia de ondas.

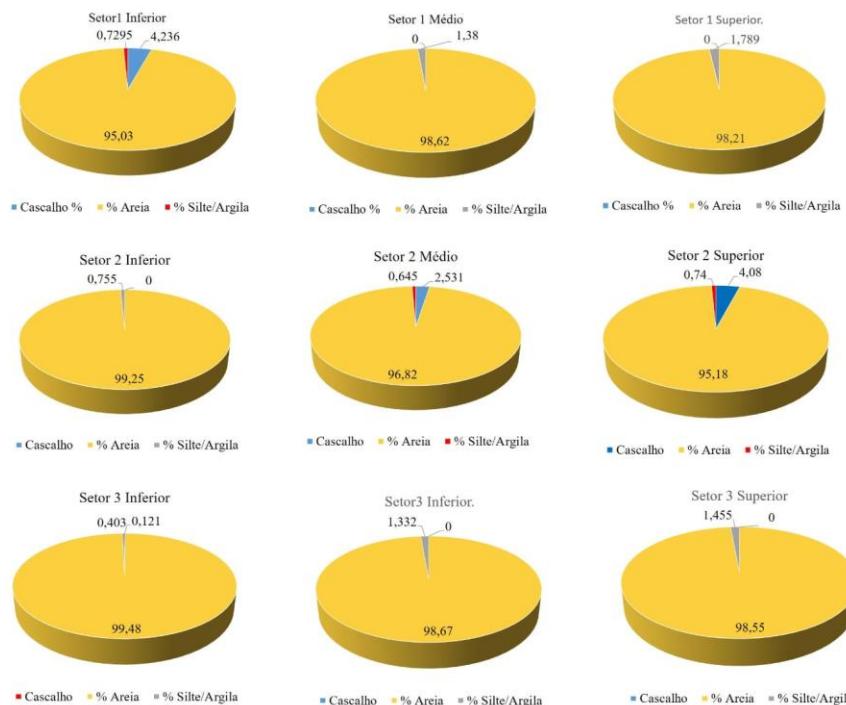
Estudos realizados nas praias de Zambézia em Moçambique, nas regiões do estirâncio inferior, superior e médio foi observada a predominância de sedimentos muito finos entre 74 e 95% (Nhatsave e Machaieie, 2021), relacionando esses valores a baixa energia do ambiente estudado, permite observar que o ambiente praial de São José da Coroa Grande apresenta um ambiente de energia moderada, devido a predominância de areia fina, bem como, a ausência de areia muito fina, e um percentual insignificante dos tamanhos silte e argila. Dessa mesma forma, os setores analisados no presente estudo, também não apresentaram um ambiente de alta energia, pois a incidência de cascalho é quase ausente, tão quanto os tamanhos de silte e argila.

Figura 25 – Distribuição granulométrica das frações areia, cascalho, silte e argila dos setores 1, 2 e 3, durante o período seco.



Fonte: a autora (2024)

Figura 26 - Distribuição granulométrica das frações areia, cascalho, silte e argila dos setores 1 ,2 e 3 durante o período chuvoso.



Fonte: a autora (2024)

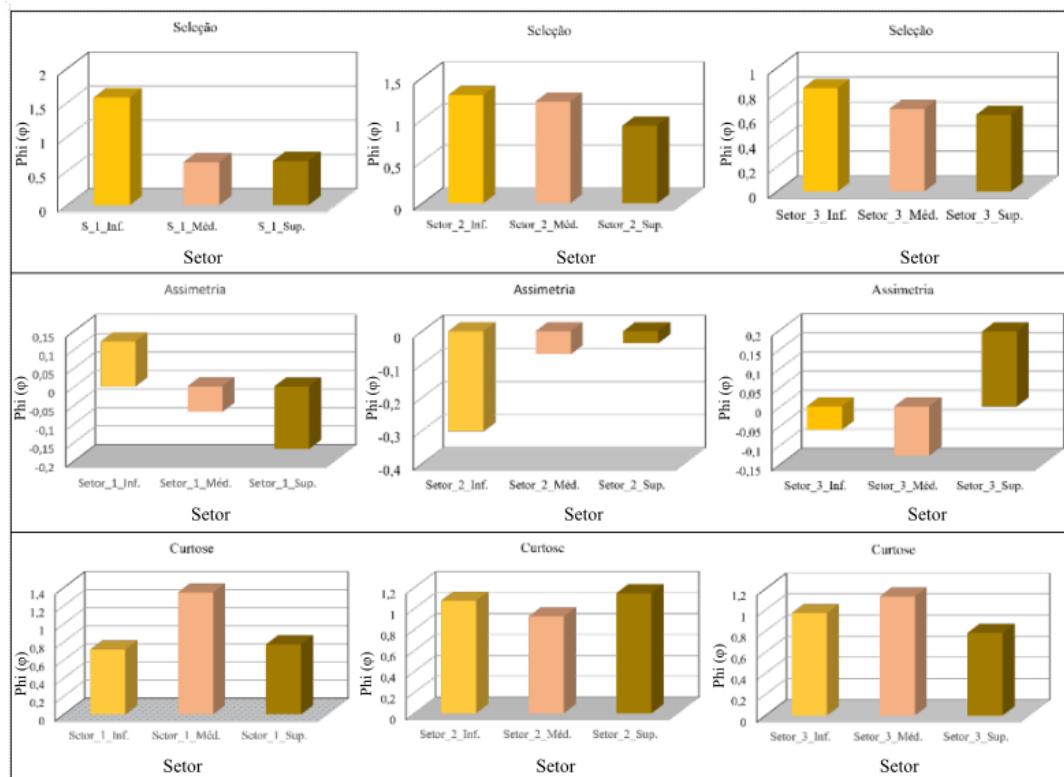
Quando o ambiente praial é constituído em sua maioria por sedimentos finos, segundo Folk e Ward (1957) representam ambientes com pouca energia, e sedimentos com grãos grossos representam ambientes com maior energia, onde os sedimentos mais finos foram transportados durante o processo erosivo. A presença de areia fina na região do estirâncio da praia de São José da Coroa Grande, corrobora com estudos realizados nas praias, do Pina e Boa Viagem por Gregório (2004), Gregório et.al. (2004); São José da Coroa Grande, Barreto (2014); Jaboatão dos Guararapes, Pina e Boa Viagem por Lima (2018), em que representam um ambiente de pouca energia, entretanto o suficiente para remover as partículas de silte e argila (lama). De acordo com Martins (2003), a granulometria dos sedimentos de praia, geralmente varia de areia muito fina a média.

O selecionamento ou grau de seleção é uma medida de dispersão da amostra, ou seja, o desvio padrão ( $\sigma$ ) da distribuição de tamanho (Briggs, 1977, Muehe, 1996; Dias, 2004; Lima, 2018). Sedimentos bem selecionados resultam em grãos com pequena dispersão dos seus valores granulométricos, ou dos valores das medidas de tendência central. Com o aumento do transporte ou da agitação do meio, as partículas de diferentes tamanhos tendem a ser separadas de acordo com sua dimensão (Nichols, 2009).

A classificação do desvio padrão correspondem parâmetros de Folk (1968), onde os valores de  $\varphi$  se distribuem nos seguintes intervalos: muito bem selecionado ( $< 0,35$ ), bem selecionado (0,35 -0,50), moderadamente selecionado (0,50 - 1,00), pobramente selecionado (1,00 – 2,00) e extremamente mal selecionado ( $> 2,00$ ). Conforme a distribuição do grau de seleção dos sedimentos.

Para o grau de seleção das praias de São José da Coroa Grande foi observado valores entre os intervalos moderadamente selecionado (0,50 - 1,00) a pobramente selecionado (1,00 – 2,00), como mostra a Tabela 2 e Figuras 27 e 28, para os períodos seco e chuvoso. Essa variação não seguiu um padrão entre os setores, sendo observado nas amostras de sedimentos uma variação de pobramente selecionado a moderadamente selecionado em diferentes setores e nas regiões inferior, médio e superior do estirâncio (Tabela 3). Entretanto houve uma predominância de pobramente selecionada durante o período seco (55%) e moderadamente selecionado no período chuvoso (70%). No período chuvoso há uma maior energia no ambiente, portanto um maior selecionamento em relação ao período seco. Resultados observados por Barreto (2014) o grau de seleção foi classificado como, moderadamente selecionados.

Figura 27 - Características granulométricas dos setores 1, 2 e 3 e percentual de frequência da seleção assimetria e curtose no período seco.



Fonte: a autora (2024)

O grau de dispersão ou espalhamentos (Muehe, 1996; Dias, 2004; Lima, 2018) determina o grau de seleção dos grãos. E são classificados como bem selecionados a extremamente mal selecionados. No ambiente que apresente energia suficiente para o deslocamento do tamanho dos grãos, há uma predominância de grãos muito bem selecionados e bem selecionados. Segundo Oliveira (2015) o grau de seleção corresponde a fatores geológicos diversos para um bom selecionamento dos grãos. O grau de seleção da praia de São José da Coroa Grande teve resultados semelhantes às praias de Jaboatão, Boa Viagem e Pina na região do estirâncio, com sedimentos pobramente selecionados no período seco e moderadamente selecionados no período chuvoso (Gregório, 2004; Gregório et. al., 2004; Barreto, 2014; Lima, 2018)

Em uma praia, o grau de seleção reflete as características dos sedimentos que são transportados para a zona costeira e seu posterior retrabalhamento pela ação de ondas, marés, espraiamento (swash) e ventos (Neal et al. 2007). Folk (1974) diz que os sedimentos de praias derivados de uma mesma fonte serão melhor selecionados do que sedimentos fluviais, em razão à atuação dos agentes costeiros.

A assimetria representa o grau de deformação da curva de frequência simples para a direita ou para a esquerda, analisando-se a relação entre a moda, a média e a mediana (Dias, 2004). Quando os valores da moda, da média e da mediana forem iguais, a distribuição é considerada simétrica. No caso desses valores serem diferentes, a distribuição é assimétrica (Andriotti, 2003).

Quanto ao grau de assimetria os sedimentos são classificados em: assimetria muito negativa (-1,00 a -0,30); assimetria negativa (0,30 a -0,10); aproximadamente simétrica (-0,10 a 0,10); assimetria positiva (+0,10 a +0,30); assimetria muito positiva (+0,30 a +1,00) (Folk, 1968).

A assimetria positiva ocorre quando o valor da média é superior ao valor da mediana que por sua vez é superior ao valor da moda. Nesse caso, a cauda da curva de distribuição é mais acentuada para direita (grãos mais finos). A assimetria negativa ocorre quando o valor da média é inferior ao valor da mediana que por sua vez é inferior ao valor da moda. Nesse caso, a cauda é mais acentuada para a esquerda (grãos mais grossos) (Dias, 2004).

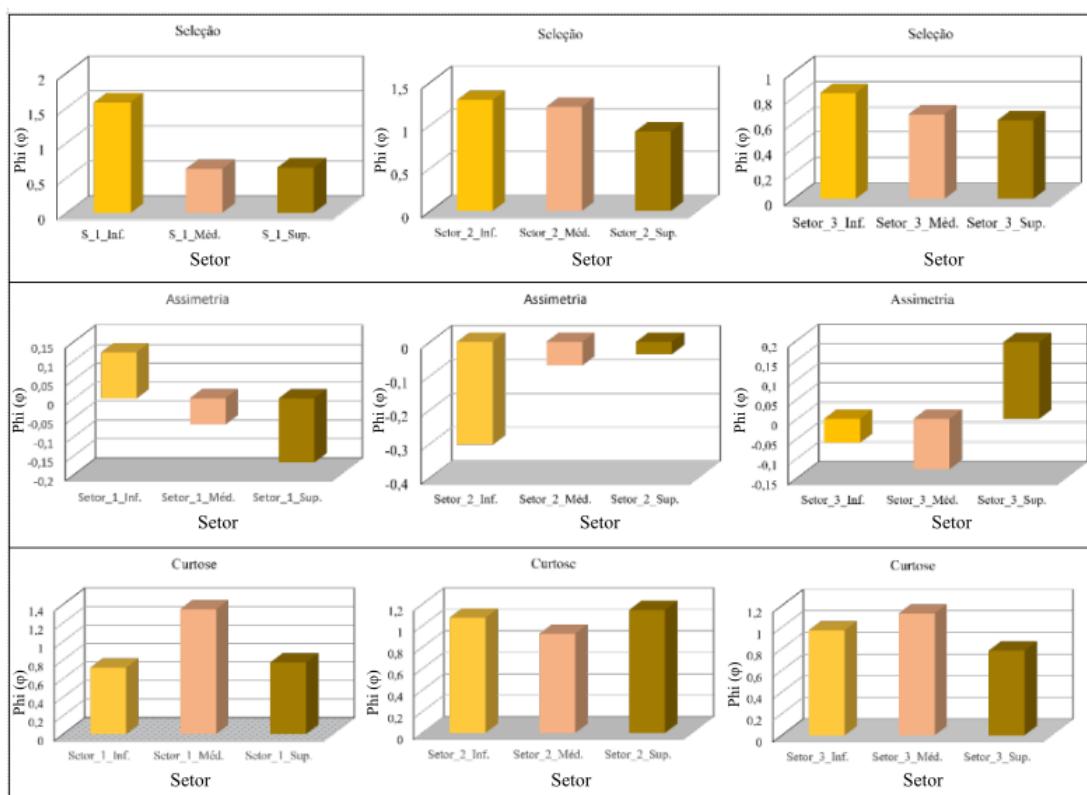
As amostras de sedimentos de São José da Coroa Grande apresentaram uma classificação de assimetria negativa à aproximadamente simétrica, entre os intervalos

0,30 a -0,10 e de -0,10 a 0,10. Nas amostras observadas uma predominância de aproximadamente simétrica para os dois períodos seco e chuvoso (Tabela 3). Sendo aproximadamente simétricas em todas as regiões do setor 1, e na região superior dos setores 2 e 3 (Tabela 2, Figuras 27 e 28).

Entretanto, nas amostras de sedimentos apresentaram uma maior variedade de assimetria no período chuvoso, constatando-se as assimetrias muito negativa (-1,00 a -0,30), no estirâncio inferior do setor 2, e assimetria positiva (+0,10 a +0,30), também no estirâncio inferior, mas no setor 1 (Tabela 3, Figuras 27 e 28). Na pesquisa realizada por Barreto (2014), a assimetria apresentou-se muito positiva no mês de outubro/2011 e positiva no mês de julho/2012.

O índice de incidência da assimetria foi muito próximo entre os dois intervalos, onde foi observado uma distribuição de 45% e 55% de assimetria negativa e aproximadamente simétrica respectivamente (Figura 29), no período seco. Durante o período chuvoso o maior índice de incidência foi de 45% para aproximadamente simétricas.

Figura 28 - Características granulométricas dos setores 1, 2 e 3 e percentual de frequência da seleção assimetria e curtose no período chuvoso.



Fonte: a autora (2024)

Segundo Friedman (1978), a assimetria é um parâmetro, em que os seus resultados caracterizam bem o nível de energia no ambiente. Os valores negativos correspondem a uma maior energia no ambiente e os valores positivos uma menor energia. Considerando que o tamanho do grão em Phi, é uma proporção inversa ao tamanho do grão, quanto menor, maior será o seu valor em Phi. Nas praias de São José, os valores encontrados corroboram com os resultados por trabalhos de Gregório (2004), Gregório et. al. (2004), Barreto (2014), Lima (2018).

De acordo com Duarte (2002), a variação de positiva para valores negativos significam uma mudança no nível energético do ambiente. Na área de estudo, predominaram valores aproximadamente simétricos, mas com a presença de valores negativos, muito negativa, como por exemplo, os resultados observados nos setores 2 e 3, havia maior energia, porém não correspondem a totalidade das amostras, e não há um padrão nessa distribuição.

Friedman (1961) e Martins (1965, 2003) asseguram que assimetria positiva ocorre devido à capacidade do agente de transporte de um fluxo unidirecional (ambiente fluvial e eólico), enquanto, a assimetria negativa é causada pela remoção da cauda de grão fino da distribuição através do selecionamento ou adição de material grosso (ambiente praial).

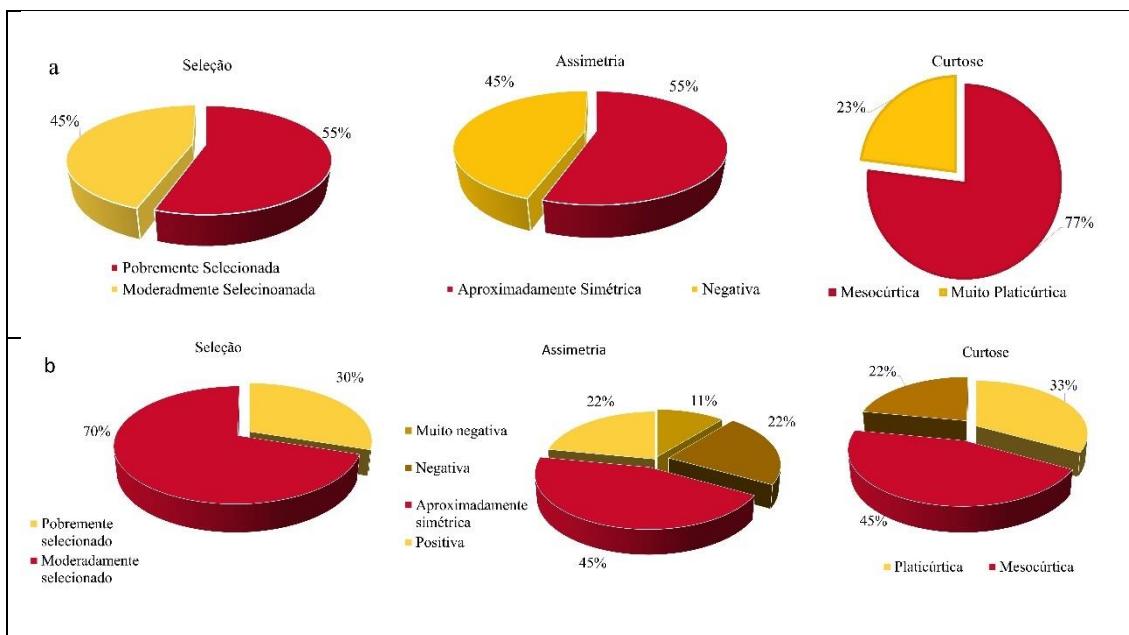
Para Duane (1964), a assimetria negativa em sedimentos acontece apenas em praias que não existe interferência de outros agentes costeiros, além de ondas e correntes costeiras. Friedman (1961) afirma que nos casos em que areias de praia possuem assimetria positiva podem ser diferenciadas das areias de rio pelo seu grau de seleção, maior que os sedimentos fluviais.

A curtose consiste no grau de achatamento de uma curva em relação à curva representativa de uma distribuição normal (Andriotti, 2003). Nos parâmetros sedimentológicos a curtose indica o nível de mistura de diferentes tipos de grãos em uma mesma amostra de sedimentos, é um parâmetro estatístico em forma de uma curva de distribuição que indica o ponto na curva de frequência, que se apresenta mais aguda, semelhante ou mais achatada que uma curva-padrão (Muehe, 1996). De acordo com Folk (1968) a curtose dos sedimentos é classificada em: muito platicúrtica ( $<0,67$ ); platicúrtica (0,67 a 0,90); mesocúrtica (0,90 a 1,11); leptocúrtica (1,11 a 1,50); muito leptocúrtica (1,50 a 3,00) e extremamente leptocúrtica ( $>3,0$ ). A curva de distribuição da curtose

classificada como: platicúrtica (achatada), mesocúrtica (normal) ou leptocúrtica (alongada),

As amostras dos sedimentos da estirâncio da área de estudo foram classificadas no período seco, de mesocúrtica a muito platicúrtica, entre os intervalos de 0,90 a 1,11 e de 1,11 a 1,50 (Figura 27 e 28). Onde foi observada uma maior presença de amostras mesocúrtica e apenas duas amostras muito platicúrtica nas regiões do estirâncio superior dos setores 2 e 3 (Tabela 3 e Figuras 27 e 28). A incidência das amostras mesocúrtica corresponde a 77% no período seco e 45% no período chuvoso (Figura 29). No período chuvoso, também foi observado, em sua maioria amostras mesocúrticas. Entretanto constatou-se a classificação de amostras leptocúrtica na região do estirâncio médio no setor 1, e no estirâncio superior dos setores 2 e 3. Segundo Barreto (2014), a curtose apresentou classificação no período seco muito leptocúrtica e no período chuvoso leptocúrtica, o que difere do presente estudo.

Figura 29 – a) características granulométricas dos setores 1, 2 e 3 e percentual de frequência da seleção assimetria e curtose no período seco. b) características granulométricas dos setores 1, 2 e 3 e percentual de frequência da seleção assimetria e curtose no período seco



Fonte: a autora (2024)

Nas amostras de São José da Coroa Grande demonstrou no período seco a predominância de curtose mesocúrtica indicando um ambiente de energia moderada. Entretanto a maior variedade de curtose observada no período chuvoso demonstrou um ambiente de maior energia. Nas praias de Recife teve uma maior incidência de

platicúrtica, divergindo assim, com os estudos anteriores que obtiveram predominantemente os valores mesocúrticos (Lima, 2018) para o período seco, porém no período chuvoso predominou valores mesocúrticos, como observado por Gregório (2004) e Gregório et, al. (2004). Para o mesmo autor, as praias de Jaboatão dos Guararapes também diferiram de estudos anteriores como, Borba (1999), Duarte (2002), sendo essas classificadas como platicúrticas. Valores muito altos de curtose (leptocúrticos) sugerem que, um tipo de sedimento que foi selecionado em uma região de alta energia e depois transportado para outro ambiente sem a mudança de suas características (Lima, 2018).

A curva platicúrtica mostra um espalhamento de sedimentos mais finos e mais grossos nas caudas, indicando mistura de diferentes sub-populações (Martins, 2003), (Emery, 1978). A ausência de espalhamento de sedimentos nas curvas leptocúrticas indica sedimentos bem selecionados na parte central da distribuição (Martins, 2003).

Suguio (2003) diz que os valores da curtose, estão relacionados às condições de movimentação do ambiente sedimentar, nas quais as amostras que possuem distribuições leptocúrtica e muito leptocúrtica são de ambientes de maior movimentação, com distribuições platicúrtica e muito platicúrtica são de ambientes de baixa movimentação e as amostra com distribuições mesocúrticas indicam ambientes de movimentação média.

Martins (1965) afirma que os sedimentos praiais, em geral, possuem curvas leptocúrticas, enquanto, sedimentos eólicos, curvas mesocúrticas. Friedman (1967), Gao e Collins (1994) relatam que os parâmetros estatísticos refletem os processos de transporte e deposição dos sedimentos, como: deposição seletiva, abrasão, remoção seletiva e mistura de sedimentos.

Mason e Folk (1968) asseguram que a assimetria e a curtose são os parâmetros que melhor definem os ambientes de deposição, já Friedman (1961) considera que apenas a assimetria define melhor o ambiente de deposição.

Friedman (1967) garante que os parâmetros texturais refletem o modo e a intensidade do agente de transporte. Dessa forma, a compreensão do significado dos parâmetros estatísticos dos sedimentos é fundamental nos estudos de ambientes sedimentares.

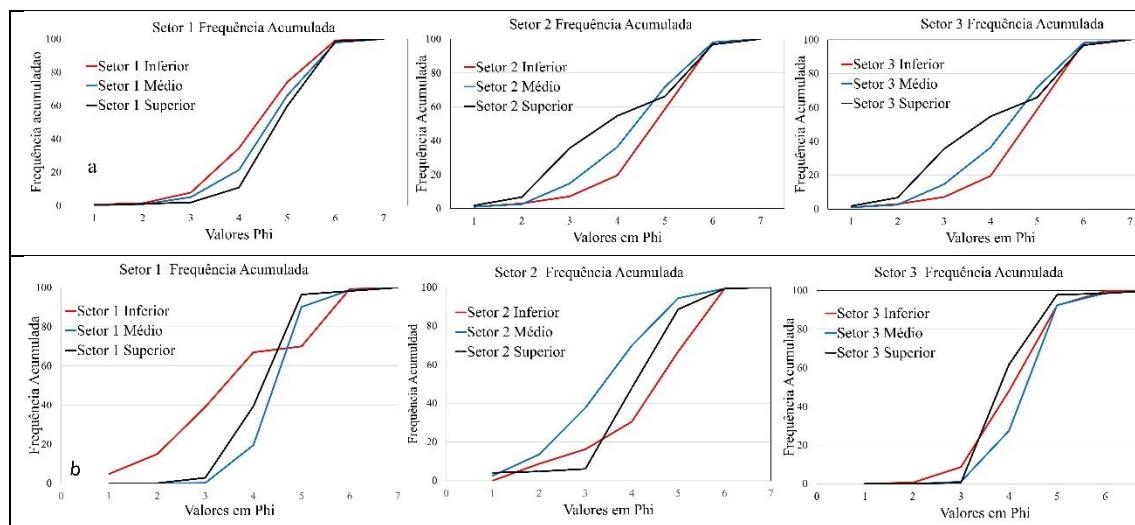
Shepard e Young (1961) consideram que a diferenciação entre os ambientes fluviais, eólicos e praiais o uso do conteúdo de silte, minerais pesados e grau de arredondamento dos grãos, além do uso das estruturas sedimentares.

#### 6.4 TRANSPORTE DOS SEDIMENTOS

O conhecimento da distribuição dos sedimentos é uma ferramenta importante na compressão de transporte sedimentar ao longo das zonas costeiras, gerando informações úteis para a compressão da dinâmica das praias, sua evolução morfosedimentar (Nhatsave e Machaieie, 2021).

Através da curva acumulada dos resultados granulométricos pode-se identificar a forma como ocorreu o transporte dos sedimentos, representados na Figura 30. A forma de transporte apresentou-se semelhantes, devido a variação do tamanho do grão entre areia fina à areia média, como uma predominância de mais de 90% do tamanho areia fina. Deste modo, o transporte dos grãos por meio de saltação e suspensão (Figura 30). Em pesquisas semelhantes, o transporte dos grãos observados também indicou por meio aquoso, em Gregório et.al. (2004), Barreto (2014), Lima (2018).

Figura 30 – a) transportes dos sedimentos dos setores 1, 2 e 3 durante estação seca. b) transportes dos sedimentos dos setores 1, 2 e 3 durante estação chuvosa.



Fonte: a autora (2024)

A representatividade do tamanho do grão tem uma relação inversa, quanto maior o valor em Phi ( $\phi$ ), menor será o tamanho do grão e quanto menor o valor em Phi, maior será o tamanho do grão. A predominância de areia fina no ambiente praial de São José da

Coroa Grande, significa que, corresponde a um ambiente de energia moderada, permitindo assim, a presença em sua maior parte a granulometria de areia fina. Entretanto, é percebido um grande processo erosivo no setor 3, ao sul da área de estudo.

## 6.5 MORFOSCOPIA

A verificação morfoscópica é a percepção das propriedades das partículas dos sedimentos: a esfericidade, arredondamento e textura superficial (Lima, 2018). A forma dos grãos indica características do tipo de transporte, do tempo de exposição e do tipo do meio em que se encontra o grão (Dias, 2004). Para a morfoscopia dos grãos, esses apresentaram características semelhantes entre as amostras de sedimentos. Foram classificados em sua maior parte em grãos angulosos a grãos arredondados, brilhantes e com baixa esfericidade (Figura 31 a, b, c, d e e). Foi observado um valor alto, no número de grãos de origem bioclástica, com uma variação entre 18% e 31%, sendo grãos bioclásticos com um maior percentual durante a estação chuvosa. A representatividade dos grãos bioclásticos estão relacionados a presença recifais de origem de algas calcárias, presente na plataforma continental interna, em áreas próximas ao ambiente praial. Os grãos bioclásticos observados representam fragmentos de conchas, equinodermos, esponjas e algas calcárias.

Os grãos siliciclásticos correspondem principalmente a origem quartzosa, entre eles também foram observados materiais pesados. O arredondamento dos grãos angulosos e a baixa esfericidade podem representar o fato em que os grãos não se encontram há um tempo maior no ambiente e não foram retrabalhados durante longos períodos, como os grãos que foram observados nas praias de Boa Viagem e praia do Pina (Recife), onde segundo Gregório (2004) e Lima (2018) foram observados grãos bem arredondados a arredondados e com alta esfericidade. Pode-se também estar relacionado ao nível de energia do ambiente para o retrabalhamento grãos. Quanto a textura dos grãos de origem siliciclásticas, teve uma maior representatividade de grãos brilhantes, que indicam que esses grãos estão relacionados ao transporte aquoso, o mesmo observado por Barreto (2014), sendo também observado por Lima (2018) nas praias do Pina e Boa Viagem. Sedimentos que sofreram processos abrasivos durante o seu transporte, indicam que o transporte foi predominantemente aquoso pois, apresentaram superfícies lisas e polidas e foram retrabalhados pelas ondas (Muehe, 1996).

Figura 31 – a) grãos observados nas amostras de sedimentos do setor 1 estirâncio médio, no período chuvoso; b) estirâncio médio do setor 1 no período chuvoso; c) estirâncio médio do setor 2 no período chuvoso; c) estirâncio médio do setor 1, no período seco; d) estirâncio médio do setor 2 no período seco.



Fonte: a autora (2024)

## 7 CONSIDERAÇÕES

O setor 1 está localizado ao sul da área de estudo, limita-se ao sul com o Estado de Alagoas, através do Rio Persinunga. Em frente as praias do setor 1 encontra-se uma linha de recifes algálicos, que mais ao norte apresenta uma abertura entre as linhas de recife. Neste setor também se observa uma grande extensão de área molhada durante a maré baixa em direção ao offshore. Apresenta uma pós-praia pouco desenvolvida. O setor 2 está localizado ao centro do município de São José da Coroa Grande, e se encontra totalmente em frente a uma linha recifal e apresenta piscinas naturais. É uma área bastante urbanizada e explorada pelo turismo, com ocupação antrópica no ambiente da pós-praia, com construções irregulares e precárias. O setor 3, se localiza ao norte da área de estudo, se encontra também em frente a uma linha recifal, é uma área bastante urbanizada, com casas de veraneios, algumas dessas residências ocupam o ambiente praial. É possível notar as várias interferências através de construções de contenção da erosão costeira.

Os perfis topográficos mostraram uma variação de altitude entre 0,53 e 4,763, sendo observada os dois extremos, no setor 3. As altitudes do setor 1 variaram entre 1,37 e 3,29 metros. O setor 2 de 0,91 e 3,92 metros de altitude, nos perfis 16 e 13. Sendo, portanto, no setor 3, as maiores e menores altitudes observadas. Em relação a extensão dos perfis, esses demonstram uma variação de 14 a 110 metros de extensão. O setor 1 apresentou uma extensão de 20 a 68 metros; o setor 2 foi observado uma extensão de 14 a 60 metros e no setor 3, os limites observados foram de 16 a 110 metros. Sendo a menor extensão observado no setor 2 e a maior extensão no setor 3.

As praias de São Jose da Coroa Grande, possuem alto gradiente com valores de 9,7 a 16,53. Entretanto os perfis em seu total, demonstraram uma variação de 3,76 a 16,53 graus, sendo o maior valor de inclinação observado no perfil 16. O setor 1 apresentou uma amplitude de 3,76 a 11,10 graus, correspondendo aos perfis 5 e 1 respectivamente. O setor 2, uma amplitude de 4,78 a 16,53 graus, nos perfis 12 e 16. No setor 3, a variação foi de 7,50 a 12,54 graus, nos perfis 19 e 20, representando o maior e o menor valor. Os perfis dos setores 2 e 3, demonstraram um agrupamento de perfis, com altos valores de inclinação.

Entre os valores citados acima, é interessante observar, que entre os perfis, não foi possível ver uma relação entre a altitude máxima e o maior valor de inclinação, como no perfil 16, localizado no setor 2, apresentou 0,91 de altitude, e 16,53 graus de inclinação e

14 metros de extensão. Corresponde a um perfil de pequena extensão, mas que não apresentou sinais de erosão. Entretanto se observa no perfil 19, a relação do seu comprimento (110 metros) com a sua altitude de 4,76 metros, sendo o perfil mais longo e de maior altitude, localizado no setor 3.

O grupo de perfis do setor 1 é constituído dos perfis 1 ao 8. onde foi observado uma predominância de direção do noroeste para o sudeste, e na morfologia, a topografia predominante foi a de forma convexa, representando os perfis em sua maioria a retirada de sedimentos nas regiões do estirâncio inferior e médio, portanto, com um processo erosivo instalado na maioria dos perfis desse setor. Entretanto o perfil 1 apresentou na região uma protuberância na região do estirâncio superior, com sedimentação nessa região. Indicando assim, que a morfodinâmica do perfil, não corresponde a uma característica observada na literatura, onde, a deposição neste setor deveria ocorrer durante o período seco.

Os Perfis do 9 ao 16 estão localizados no setor 2. Nos perfis do 9 ao 12, foi observado que a forma mais predominante em sua morfologia, foi a forma convexa, visto que o perfil 9, possui essa forma mais acentuada provocada pela erosão, devido a retirada de sedimentos na região do estirâncio médio e inferior do perfil praial, apesar desses perfis estarem localizados em frente a uma linha de recife. Entretanto os perfis 11 e 12 têm em suas morfologias uma forma convexa, representando deposição de sedimentos, principalmente na região do estirâncio superior. Os perfis topográficos de 13 a 16, a morfologia observada predominante foi a côncava. Sendo assim, houve deposição sedimentar desde o estirâncio inferior às regiões superiores do perfil. A maioria dos perfis desse setor possuem um direcionamento de noroeste para o sudeste, apesar de se encontrarem em uma área protegida por recifes, provavelmente recebem uma grande influência das correntes litorâneas para rotacionarem o seu direcionamento, bem como, o não desenvolvimento de perfis praiais, provavelmente impedindo, que os sedimentos da plataforma cheguem a região do estirâncio.

O setor 3 é formado pelo grupo de perfis 17 ao 21. Esses perfis apresentaram morfologias semelhantes, se observa nesses perfis a instalação de processos erosivos, devido a retirada de sedimentos ao longo dos perfis, principalmente na região do estirâncio inferior e médio. Esse grupo de perfis há a formação de um canal, evidenciado pela sequência na topografia dos perfis. São perfis convexos, que demonstram um processo erosivo acentuado. O setor 3 corresponde ao grupo de perfis com uma maior variação morfológica, onde se encontram tanto perfis com características sedimentares

depositacionais, na região superior do perfil (perfil 18), quanto, perfis que apresentaram processos erosivos, com a retirada de sedimentos ao longo do perfil. Os mais acentuados no processo erosivo foram os perfis do 19 ao 21. Nos perfis analisados do setor 3 o redirecionamento corresponde de noroeste para o sudeste. Podemos afirmar que não há, para toda área de estudo, uma relação entre o processo erosivo e o redirecionamento dos perfis, bem como a presença da linha de recife, já que esse cobre praticamente toda a área da plataforma continental interna próxima ao ambiente estudado.

Os perfis analisados para o volume sedimentar foram os perfis, 1, 7, 10, 17 e o perfil 20, correspondente ao estudo anterior (2011/2012), realizado por Barreto (2014), pertencentes a cada um dos setores. Em relação ao volume do estudo anterior, o volume atual do perfil 1, ficou próximos aos valores observados nos meses de março a julho, significando assim, que o perfil 1 tem um histórico deposicional durante o período chuvoso (perfil 1 de 2011/2012).

O Perfil 7 (perfil 2), para o período atual o volume sedimentar chega ao valor mais próximo do mês de junho de 2012, no valor de  $50,15 \text{ m}^3/\text{m}$ , com um balanço sedimentar negativo, no final do monitoramento, o valor atual corresponde a  $64,54 \text{ m}^3/\text{m}$ . também demonstrou no monitoramento anterior pouca variação em sua morfologia. O perfil 10 (perfil 3, 2011/2012), localizado o setor 2, também foi observado um balanço sedimentar negativo (2011 /2012). O perfil 10, apresentou semelhança com o perfil 2, demonstrando um certo equilíbrio ao logo do perfil, com reduzida movimentação sedimentar entre as regiões.

O perfil 17 (perfil 5, 2011/2012), localizado no setor 3; para o monitoramento atual o perfil apresentou um volume  $40,7 \text{ m}^3/\text{m}$ , sendo valor positivo, porém tem-se que levar em consideração a extensão do perfil, que nesse estudo corresponde a um valor bem menor em relação ao monitoramento anterior, sendo da mesma forma observado processo erosivo no setor norte da praia.

O perfil 20 (perfil 6, 2011/2012) localizado também no setor 3; com um volume sedimentar de  $44,57 \text{ m}^3/\text{m}$ ; faz parte de um grupo de perfis que possui uma forma convexa, com as mesmas características erosivas, que se faz perceber de forma contínua no ambiente praial a formar um canal nas regiões do estirâncio inferior e médio. O perfil 20 teve uma variação no volume de sedimentos entre  $41,322$  e  $68,405 \text{ m}^3/\text{m}$  em 2011 a 2012. Durante o monitoramento citado o perfil perdeu sedimentos em setembro de 2011

e continuou a partir de dezembro do mesmo ano, e no final do monitoramento obteve um valor de 50,327 m<sup>3</sup>/m. Teria sido muito necessário, ter dado continuidade ao monitoramento, principalmente no setor 3. No monitoramento do estudo de 2011/2012, obteve um balanço sedimentar negativo.

Para a praia de São José da Coroa Grande foi observado uma variação granulométrica de areia fina à areia média (no intervalo -1 a 2 φ), para ambos os períodos seco e chuvoso. Para o grau de seleção foi observado valores entre os intervalos moderadamente selecionado (0,50 - 1,00) a pobemente selecionado (1,00 – 2,00), para os períodos seco e chuvoso. As amostras apresentaram uma classificação de assimetria negativa à aproximadamente simétrica, entre os intervalos 0,30 a -0,10 e de -0,10 a 0,10. Nas amostras observadas uma predominância de aproximadamente simétrica para os dois períodos seco e chuvoso.

As amostras foram classificadas no período seco, de mesocúrtica a muito platicúrtica, entre os intervalos de 0,90 a 1,11 e de 1,11 a 1,50, onde foi observada uma maior presença de amostras mesocúrtica e apenas duas amostras muito platicúrtica nas regiões do estirâncio superior dos setores 2 e 3 a incidência das amostras mesocúrtica. Foi observado um valor alto, no número de grãos de origem bioclástica, com uma variação entre 18% e 31%, sendo grãos bioclásticos com um maior percentual durante o período chuvoso. O transporte dos grãos foi realizado por meio de saltação e suspenção. Em pesquisas semelhantes, o transporte dos grãos observados também indicou por meio aquoso. A predominância de areia fina no ambiente praial de São José da Coroa Grande, significa que, corresponde a um ambiente de energia moderada, permitindo assim, a presença em sua maior parte a granulometria de areia fina. Entretanto, é percebido um grande processo erosivo no setor 3, ao sul da área de estudo.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, F. L.; VASCONCELOS, F. P.; ALBUQUERQUE, M. F. C. A diversidade no uso e ocupação da zona costeira do Brasil: A sustentabilidade como necessidade. **Conexões Ciências e Tecnologias**. Fortaleza-Ceará, v. 11, n. 5, p. 8 - 16, 2017.
- ADALLY, W.; DEAN, R. G.; ASCE, M. Suspended Sediment Transport and Beach Profile Evolution. **Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering**, Volume 110, 1984.
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. Rio Grande do Sul: Editora Unisinos. Ed. 1, p. 165, 2003.
- ARISTÓTELES. **A Política**. Trad. de Nestor Silveira Chaves. São Paulo: Escala, 2006. p. 131.
- BARRETO, E. P. **Processos morfodinâmicos, sedimentológicos e geomorfológicos na plataforma continental interna a praia de São José da Coroa Grande, litoral Sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil**. 2014. 309 f. Tese. (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2014.
- BASTO, F. H.; MAIA, R. P.; CORDEIRO, A. M. N. Geografia. **Geomorfologia**. 1<sup>a</sup> edição. Editora UECE. Fortaleza - Ceará, 2019.
- BRIGGS, D. **Sediments**. \_Fakenham, Norkfolk: Fakenham Press limited, p. 192, 1977.
- BITTENCOURT, A. C. da S. P. et al. Longshore transport on the northeastern Brazilian coast and implications to the location of large-scale accumulative and erosive zones: an overview. **Geology Marine**, v. 219, n. 4, p. 219-234. 2005.
- BORBA, A. L. S. **Estudos sedimentológicos, morfodinâmico e da vulnerabilidade das praias da Piedade, Candeias e Barra das Jangadas- Município do Jaboatão dos Guararapes – PE**. 1999. Dissertação. (Mestrado em Geociências). Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, 152p. 1999.
- BORGES, P.; LAREIRAS, G.; CALADO, H. **A erosão costeira como factor condicionante da sustentabilidade**. Minas Gerais: Cabo Verde, p. 68. 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC)**.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Patrimônio da União. **Projeto Orla: Fundamentos para gestão integrada**. Brasília: MP/SPU, 2002. 78 p.
- BULHÕES, E. Erosão costeira e soluções para a defesa do litoral. In MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (orgs.) **Geografia Marinha oceanos e costas na perspectiva de geógrafos**. Rio de Janeiro: PGGM. p. 655-688. 2020.

CALLIARI, L. J. et al. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 51, p. 63-78, 2003.

CAMARGO, MAURÍCIO GARCIA DE. **Sysgran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento**. 1999.

CAMERON, W. M.; PRITCHARD, D. W. Estuaries. In: The sea - Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas, M. N. Hill (Ed.) v.2 - **The Composition of Sea Water**. Interscience Publishers, John Wiley and Sons, New York. 1963.

CHARLIER, R. H.; MEYER, C. P. D., **Coastal erosion, response and management**. Springer, Berlin, P.343. 1998.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. Ecossistemas Marinhos: recifes, praias e manguezais. Série: **Conversando sobre Ciências em Alagoas. Maceió – Alagoas**. 2005.

COUTINHO, P. da N. et al. **Estudo da erosão marinha nas praias de Piedade e de Candeias e no estuário de Barra de Jangadas. Município de Jaboatão dos Guararapes-PE**. Relatório Técnico. Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha-LGGM/UFPE, 1997. (Não publicado).

CARRIÇO, J. M.; PINHO, R. M. L. A Urbanização na Zona Costeira e os Impactos Ambientais - O Caso da RMBS no Estado de São Paulo. **REVISTA ELETRÔNICA LEOPOLDIANUM**. Vol. 47, n. 131, p. 20-20, 2021.

DALLY, W.; DEAN, R.; DALRYMPLE, R. (1984). A Model for Breaker Decay on Beaches. **Coastal Engineering Proceedings**. Vol. 19, 1984.

DAVIS JR. R.A.; FITZGERALD, D.M. **Beaches and Coasts**. 1<sup>a</sup> ed. \_Blackwell Publishing. p.419. 2004.

DEAN, R. G. Heuristic models of sand transport in the surf zone. In: **CONFERENCE ON ENGINEERING DYNAMICS IN THE SURF ZONE**. Sydney. Proceedings. Sydney, Institute of Engineers, p. 208-214. 1973.

DIAS, J. A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos (Uma Introdução à Oceanografia Geológica)**. Universidade do Algarve, UALg, 84p. 2004.

DIAS, R. L.; OLIVEIRA, R. C. **Zoneamento geoambiental do litoral sul do Estado de São Paulo**. Geografia, Rio Claro, v. 38, n. 2, p. 371- 383, 2013.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; LEÃO; Z. M. A. N.; AZEVEDO, A. E. G. Geologia do Quartenário Costeiro do Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 20, p. 211.1990.

DUANE, D. Significance of skewness in recent sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina. **Journal of Sedimentary Petrology**. Tulsa. USA. Vol. 34, p. 864-874, 1964.

DUARTE, R. X. **Caracterização morfo-sedimentar e evolução de curto e médio prazo das praias do Pina, Boa Viagem e Piedade, Recife/Jaboatão dos Guararapes-PE.** 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)–Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2002.

EMERY, K.O. Grain size in laminae of beach sand. **Journal of Sedimentary Petrology**. Vol. 38, p. 1203-1212, 1978.

FERREIRA, I. G. **A Problemática da Erosão Costeira: O Caso Específico da Praia do Pedrógão.** 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa-Portugal. 2014.

FREITAS, M. A. **Passos de. zona costeira e meio ambiente.** Curitiba: Juruá, 2005. p. 24.

FOLK, R.L. Petrology of sedimentary rocks. **Hemphills Publishing**. Austin. USA. 1974. 185p

FOLK, R. L. Petrology of Sedimentary Rocks. **Hemphill Publishing Company**. 1968. Austin, Texas – USA. 170p.

FOLK, R.L.; WARD, W.C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**. Vol. 27, p. 3-26, 1957.

FRIEDMAN, G. Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. **Journal of Sedimentary Petrology**. Tulsa. USA. Vol. 31, p. 514-529, 1961.

FRIEDMAN, G. M. Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. **Journal of Sedimentary Petrology**, Vol. 37, p. 327-354, 1967.

GALLOP, S. L.; KENNEDY, D. M.; LOUREIRO, C.; NAYLOR, L. A.; MUÑOZ-PÉREZ, J. J.; JACKSON, D. W.T.; FELLOWES, T. E. Geologically controlled sandy beaches: Their geomorphology, morphodynamics and classification. **Science of the Total Environment**, 731, Article 139123.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139123>

GAO, S.; COLLINS, M.B. Analysis of grain size trends, for defining sediment transport pathways in marine environments. **Journal of Coastal Research**. Vol. 10, p. 70-78, 1994.

GONG, S. XU; LI, M.; WANG, Y.; YIN, K.; CHEN, Y.; CHEN, J. Experimental study on wave attenuation and beach profile evolution under the protection of submerged flexible vegetation, **Journal of Hydrology**. Volume 638, July 2024, 131478.

GOMES, B. C. Projeto Orla e o olhar prospectivo sobre o desenvolvimento sustentável na zona costeira. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 12, n. 25, p. 46–63, 2023

GREGÓRIO, M. N.; ARAÚJO, T. C. M.; VALENÇA, L. M. M. **Variação sedimentar das praias do Pina e da Boa Viagem, Recife (PE) Brasil.** 2004.

GREGÓRIO, M. N.; ARAÚJO, T. C. M.; MENDONÇA, F. J. B.; MIKOSZ GONÇALVES, R.; MENDONÇA, R. L. Mudanças posicionais da linha de costa nas praias do Pina e de Boa Viagem, Recife, PE, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 45, n. 1, p. 44-61, 2017.

GROSSMANN, F.; HURTHER, D.; SÁNCHEZ-ARCILLA, A.; PADILLA, E. M.; ALSINAAR, J.; M. Dynamics during transition from dissipative to reflective beach profile. **Coastal Engineering**, Volume 192, September 2024, 104561.

GUILHERME, P.D.B.; BORZONE, C.A.; BUENO, M.L.; LAMOUR, M.R. Análise granulométrica de sedimentos de praias arenosas através de imagens digitais. Descrição de um protocolo de mensuração de partículas de software IMAGEJ - FIJI. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.** 2015.

GUZA, R. T. & Inman. D. 1. Edge waves and beach cusps. **J. geophys.** 1975.

GUZA, R. T.; BOWEN. A. J. Resonant interactions from waves breaking on a beach. In: **International Conference on Coastal Engineering**, 15. Honolulu, 1977. Proceedings. Honolulu. ASCE. p. 560-579.

HOEFEL, F. G. **Morfodinâmica de praia arenosa oceânica: uma revisão bibliográfica**. Editora Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, p. 93. 1998.

KING, C. A. M. **Beatch and coasts**. Ed. 2, Edward Arnold, São Paulo, 1972.

KLEIN, A. H.F.; FERREIRA, O. J.; DIAS, M. A.; TESSLER, M. G.; SILVEIRA, L. F.; BENEDET, L.; MENEZES J. T.; ABREU, J. G.N. Morphodynamics of structurally controlled headland-bay beaches in southeastern Brazil: A review. **Coastal Engineering**, Volume 57, Issue 2, 2010, Pages 98-11.

KOMAR, P. D., **Beach Processes and Sedimentation**. 2<sup>a</sup> Edição. Editora Prentice Hall, New Jersey, p. 429. 1998.

LIMA, P. F. T.T.; GREGÓRIO, M. N.; BARRETO, E. P.; SILVA, C. F. A.; MANSO V. A. V.; CARNEIRO, M. C. S. M.; SILVA, D. L. Estudos Sedimentológicos das praias dos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes –Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.11, n.7(2018) 2287-2314.

LIVRAMENTO, F. C. **O Papel da Herança Geológica, das ondas e da Deriva Litorânea do Condicionamento das Características Morfodinâmicas e Texturais das Praias das Costas dos Coqueiros**. Salvador. p 4-5. 2013.

LINS-DE-BARRO, F. M.; MILANÉS, C. **Os limites espaciais da zona costeira para fins de gestão a partir de uma perspectiva integrada. Gestão Ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**, v. 1, p. 22-50, 2020.

MANSO, V. do A. V. **Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral do município de Ipojuca – PE: Relatório final**, MMA/PNMA II - SECTMA nº 249. Recife, 2003.

MANSO, V. A. V.; COUTINHO, P. N.; PEDROSA, F. J. A.; MACEDO, D. R. J. A.; SILVA, A. C.; GOIS, L. A.; BARCELLOS, R. L.; ARRUDA, S. D. D.; SOARES JUNIOR, C. F. A.; MADRUGA FILHO, J.D.; ARRAIS, M. M. C.; MADRUGA, M. M. D. **Panorama da Erosão Costeira no Brasil.** 1ed. ed. Brasília, DF: Biblioteca do Ministério do Meio Ambiente, 2018. v. V. 1. 345-380p.

MARTINS, L.R. Recent Sediments and Grain size analysis: **Revista Gravel.** Porto Alegre. P. 90-105. 2003.

MARTINS, L.R. Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. **Journal of Sedimentary Petrology.** V. 35, p. 768-770, 1965.

MASON, C.C.; FOLK, R.L. Differentiation of beach, dune and Aeolian flat environment by size analysis, Mustang Island Texas. **Journal of Sedimentary Petrology.** Vol. 28, p. 211-226, 1958.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. **A Ecologia de Sandy Shores.** 2<sup>a</sup> Edição, Elsevier Ltd., Londres. 2006.

MUEHE, D. Aspectos Gerais da erosão Costeira no Brasil. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, vol. 4, núm. 7, p. 97. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Brasil. 2005.

MUEHE, D. **Erosão e progradação no litoral brasileiro.** Brasília, Brasil: MMA. 2006.

Nascimento M. A. L.; FERREIRA, R. V.; WILDNER, W. **CPRM - Serviço Geológico do Brasil.** Geoparque Litoral Sul de Pernambuco (PE)- Proposta, pg.649 -686.

MUEHE, D. A geomorfologia costeira e seu desdobramento para a geografia costeira e marinha. **Revista brasileira de geografia.** V. 63, p. 29-59, 2018.

NEAL, W.J.; PILKEY, O.H.; KELLY, J.T. Atlantic Coast beaches: a guide to ripples, dunes and other natural features of the seashore. \_Missoula, Montana: **Mountain Press Publishing Company**, 2007. 250p.

NHATSAVE, G. V.; MACHAIEIE, H. A. Análise comparativa da distribuição dos sedimentos em duas praias da província da Zambézia, Moçambique. **Revista Brasileira de Geomorfologia.** Vol. 22, n. 3, 2021.

NICHOLS, G. **Sedimentology and Stratigraphy.** 2<sup>a</sup> ed. –UK: Jonh Wiley & Sons Ltd., p. 419. 2009.

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. 2007. **Coasts – Sedimentary Budget.** Disponível em: <http://www.noaa.gov/coasts.html>.

OLIVEIRA, C. C.; COELHO, L. Os limites do planejamento da ocupação sustentável da zona costeira brasileira. **Revista de Direito Intenacional.** Vol. 12, n. 1, p. 125-148. Brasília. 2015.

PAULA, D. P., BENDÔ, A. R. R., LIMA, I. F. P., ALVES, J. W. O. Mudanças de curto prazo no balanço sedimentar da Praia do Icaraí (Caucaia, Ceará) durante uma ressaca do mar. **Scientia Plena.** Vol. 12. 2016.

PAULA, D. P.; LEISNER, M. M.; VASCONCELOS, Y. G., SOUZA, F. R. C. Respostas Morfológicas do Sistema Praia-duna a Eventos de Ressaca do Mar. **Revista Eletrônica do PRODEMA.** Fortaleza, Brasil. Vol. 14, n. 1, p.165-180. 2020.

PEDROSA, B. M. J.; LIRA, L.; MAIA, A. L. S. **Pescadores Urbanos da Zona Costeira do Estado de Pernambuco.** Bol. Int. Pesca, São Paulo, 2013.

PINHO, R. M. L.; CORRICO, J. M. A Urbanização na Zona Costeira e os Impactos Ambientais - O Caso da RMBS no Estado de São Paulo. **Revista Leopoldianum.** Vol. 47, nº 131, p. 21-39, 2021.

PITOMBEIRA, S. C.; ROMCY, C. M. A. Ocupação do território em áreas costeiras: proposta de gestão e ordenamento de zona costeira-uma oportunidade para o planejamento urbano. **Revista de Direito da Cidade.** Vol. 15, n. 3, 2023.

PRICE WATERHOUSE - GEOTÉCNICA. **Fortalecimento Institucional do IBAMA.** Cenários da Gestão Ambiental. Brasília, p. 8, 1992.

RAUPP, D. O Direito ao Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado e a Possibilidade de Ocupação da Zona Costeira Mediante Desenvolvimento Sustentável. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Vale de Itajaí - UNIVALI. Itajaí, Santa Catarina, 2020.

REGAZZI, R. D.; PROCÓPIO, D. A. **Economia do Mar: Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável Brasil - Portugal.** Editora Senac Rio, 2023.

RODRIGUES, A. M. T. **A Gestão Ambiental e a Zona Costeira: Como operar nesta área complexa, onde se sobrepõem tantos usos e conflitos?** Itajaí, Santa Catarina, 2003.

RANIERI, L. A.; EL-ROBRINI, M. Morfologia e Sedimentação em Praias Oceânicas da Amazônia Oriental durante a Variação Anual de Chuvas. **Revista Brasileira de Geografia Física,** Vol. 13, n. 05, p. 2086-2102, 2020.

ROSA FILHO, JS., et al. Monitoramento de longo prazo da macrofauna bentônica entremarés de praias arenosas. In: TURRA, A., and DENADAI, MR., orgs. Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos [online]. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, p. 194-208. 2015.

SHEPARD, F.P; Young, R. Distinguish between beach and dune sands. **Journal of Sedimentary Petrology.** Vol. 31, p. 196-214, 1961.

SHORT, A. D. Handbook of beach morphodynamics. John Wiley and Sons Ltd., p. 372 , London, 1999.

SILVA, B. M. F.; JÚNIOR, O. F. S.; NETO, O. F.; SCUDELARI, A. C. **Erosão em Falésias Costeiras e Movimentos de Massa no Rio Grande do Norte, Nordeste-Brasil.** São Paulo, UNESP, Geociências, v. 39, n. 2, p.448, 2020.

SILVA, M. C. Estuários – Critérios Para Uma Classificação Ambiental. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** Lisboa, Portugal. Vol. 5, p.25-35, 2000.

SILVA, R. Urbanização e Exploração Turística do Litoral Brasileiro: Relações e Implicações. **Múltiplos Acessos.** Vol. 6, n. 2, p. 167-177, 30 set. 2021.

SOUZA, C. R. de G. A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada.** P. 17-37, 2009.

SOUZA, C. R. de G. **As Células de Deriva Litorânea e a Erosão nas Praias do Estado de São Paulo.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 1, p. 184, 1997.

SOUZA, C. R. de G.; SOUZA FILHO, P. W. M.; ESTEVES, S. L.; VITAL, H., DILLENBURG, S. R.; PATCHINEELAM, S. M., ADDAD J. E. **Praias Arenosas e Erosão Costeira.** In: C.R. de G. Souza et al. (eds.). Quaternário do Brasil. Holos, Editora, Ribeirão Preto (SP). p. 130-152. 2005.

SOUZA, C. R de G. **A Erosão nas Praias do Estado de São Paulo: Causas, Consequências, Indicadores de Monitoramento e Risco.** In: V.L.R. Bononi & N.A. Santos Júnior (orgs.). “Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: A Síntese de Um Ano de Conhecimento Científico Acumulado”. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. (ISBN 978-85-7523-025-1). 2009.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar.** São Paulo: Blucher, 2003. 400 p.

PINET, Paul R. **Fundamentos de Oceanografia.** LTC, 05/2017. VitalBook file.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia.** São Paulo. Vol. 17, p. 11-23, 2005.

TESTA, V.; BOSENCE, D. W. J. **Physical and Biological controls on the formation of carbonate and siliciclastic bedforms on the nort-east Brazilian Shelf.** Sedimentolog. Vol. 46, n. 2, p. 279-302. 1999.

WENTWORTH, C. K. A escala of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology.** USA. Vol. 30. 1922.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. **Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia.** In: Komar P. D. ed. Handbook of coastal processes and erosion. Boca Raton, CRC Press, p. 35-64, 1983.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. **Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis.** Marine Geology. Vol. 56, n. 1–4, p. 93-118, 1984.